



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGE/CIMA



RAFAEL ALVES RAMOS

**ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO COMO PROMOTORES DA  
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA:** Análise do desenvolvimento de uma Sequência de  
Ensino Investigativa em uma turma de ciências do ensino fundamental

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2020

RAFAEL ALVES RAMOS

**ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO COMO PROMOTORES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA:** Análise do desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa em uma turma de ciências do ensino fundamental

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

**Linha de Pesquisa:** Currículo, didáticas e métodos de ensino das Ciências Naturais e Matemática

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carmen Regina Parisotto Guimarães

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2020

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Ramos, Rafael Alves  
R175f      Ensino por investigação e argumentação como promotores da alfabetização científica: análise do desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativa em uma turma de ciências do ensino fundamental / Rafael Alves Ramos; orientadora Carmen Regina Parisotto Guimarães. – São Cristóvão, SE, 2020.  
117 f.; il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, 2020.

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Aprendizagem. 3. Argumentação. I. Guimarães, Carmen Regina Parisotto orient. II. Título.

CDU 5:37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGEICIMA



ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO COMO PROMOTORES DA  
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: Análise do desenvolvimento de uma Sequência  
de Ensino Investigativa em uma turma de ciências do ensino fundamental

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM  
18 DE FEVEREIRO DE 2020

PROFA. DRA. CARMEN REGINA PARISOTTO GUIMARÃES

PROFA. DRA. ADJANE DA COSTA TOURINHO E SILVA

PROFA. DRA. ALINE LIMA DE OLIVEIRA NEPOMUCENO

Aos meus pais pelo apoio em minha trajetória. Por enxergarem a educação como transformação social. Amo vocês!

Ostra feliz não faz pérola! São as ostras que sofrem que produzem a beleza para parar de sofrer [ou para mudar algo que as incomodam].

(Rubem Alves, in "Ostra feliz não faz pérola")

Para mim a integralização deste curso faz parte de uma realização pessoal e profissional.

São várias as pessoas a quem direta e indiretamente devo agradecimentos pela realização deste trabalho, dentre elas agradeço:

Aos meus pais e a meu irmão, por me apoiarem sempre, por terem me instruído à emancipação!

À professora Carmen, minha orientadora, por todas as contribuições, pela paciência, pela sensibilização!

A todos os professores do Programa que proporcionaram momentos ímpares, que me guiaram teórico e metodologicamente em especial aos professores Prof. Marcio Andrei, Profª Adjane, Profª Carmen, Profª Ednéia e Profº Welligton Barros.

À turma de mestrandos, na qual tivemos ocasiões frutíferas de discussões em que também fiz amizades em especial à Veruska companheira de república, Bruna e Fernanda.

À Pollyana Coelho, minha irmã postiça (ninguém solta a mão de ninguém)

Aos estudantes, equipe gestora e professores da escola CENRA ao qual realizei minha pesquisa.

Aos meus amigos que me acompanharam nos período de escrita, que troco mensagem, que posso desabafar.

As contribuições da banca desde a qualificação até a defesa composta pelas professoras: Profª. Drª Aline Lima de Oliveira Nepomuceno, Profª Drª Adjane das Costa Tourinho e Silva e a Profª Drª Carmen Regina Parisotto Guimarães.

Obrigado à todxs!

O ato criador, seja na ciência ou na arte, surge sempre de uma dor. Não é preciso que seja uma dor doída... Por vezes a dor aparece como aquela coceira que tem o nome de curiosidade. Esse livro está cheio de areias pontudas que me machucaram. Para me livrar da dor, escrevi'.

(Rubem Alves, in "Ostra feliz não faz pérola")

“Para isso existem as escolas: não para ensinar as respostas, mas para ensinar as perguntas. As respostas nos permitem andar sobre a terra firme. Mas somente as perguntas nos permitem entrar no mar desconhecido.”

(Rubem Alves)

## RESUMO

Atualmente, as pesquisas em educação em ciências apontam para a necessidade de prover os indivíduos de conhecimento científico e ao mesmo tempo torná-los capazes de tomar decisões que envolvam também questões não científicas. Diversos autores discutem que a Alfabetização Científica- AC representa um parâmetro para o ensino de ciências na perspectiva da aprendizagem de conceitos científicos, no entendimento da natureza da Ciência e da relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - CTSA. Nesta pesquisa preocupamo-nos na promoção da AC no ensino, para isso propusemos a implementação de uma Sequência de Ensino Investigativa – SEI interdisciplinar com características do “fazer ciência” na educação básica. A SEI proposta apresenta atividades que estão baseadas nas modalidades didáticas de investigação a partir da problematização do que é ensinado e da Argumentação, com promoção do pensamento científico. O desenvolvimento da SEI envolveu os alunos em um contexto de investigação científica a partir da utilização de inúmeros recursos culturais. Dentre eles, destacamos: falar, escrever e ler que são recursos presentes na Linguagem Científica – LC. Utilizamos a triangulação de dados através da gravação em vídeo de episódios, da produção de textos escritos pelos estudantes nos cadernos de atividades e em relatório científico, objetivando analisar a presença de indicadores de AC e de Argumentação. Como resultados identificamos: mudanças de concepções alternativas para conceitos estruturados cientificamente durante a sequência de atividades; utilização de linguagem científica e estabelecimento de relação de significados sobre os fenômenos em questão; presença majoritária de indicadores de AC relacionados ao trabalho direto com dados ou com as bases das quais se compreendia o assunto ou situação; construção de ideias lógicas e objetivas; pouca prevalência ou ausência de determinados indicadores de AC relacionados ao entendimento das situações; baixa frequência de indicadores de Argumentação nas interações discursivas e pouco engajamento na atividade de caráter coletivo. Com isso, consideramos que a presença dos indicadores de AC e de Argumentação indica que a AC está em processo, carecendo tal processo permanecer em constante construção. Salientamos que uma forma de conduzir os estudantes na criação de argumentos escritos é utilizando um *layout* adaptado. Em relação ao Ensino por Investigação e a Argumentação, conclui-se que ambos se apresentam como abordagens e/ou modalidades didáticas que privilegiam situações didáticas com características do trabalho científico. Neste ponto, chama-se a atenção para a aproximação da cultura científica com a escolar, rompendo com uma cultura de práticas didáticas sem contextualização com a própria ciência.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Científica. Argumentação Científica. Ensino de Ciências. Investigação Científica.



## ABSTRACT

Currently, research in science education points to the need to provide individuals with scientific knowledge and at the same time make them capable of making decisions that also involve non-scientific issues. Several authors argue that Scientific Literacy - AC represents a parameter for science teaching from the perspective of learning scientific concepts, understanding the nature of Science and the relationship between Science, Technology, Society and Environment - CTSA. In this research we are concerned with the promotion of CA in teaching, for that we proposed the implementation of an Investigative Teaching Sequence - interdisciplinary SEI with characteristics of "doing science" in basic education. The proposed SEI presents activities that are based on the didactic modalities of investigation from the problematization of what is taught and from Argumentation, with the promotion of scientific thinking. The development of SEI involved students in a context of scientific research based on the use of numerous cultural resources. Among them, we highlight: speaking, writing and reading which are resources present in the Scientific Language - LC. We use data triangulation through video recording of episodes, the production of texts written by students in the activity notebooks and in a scientific report, aiming to analyze the presence of AC and Argumentation indicators. As results we identified: changes from alternative conceptions to scientifically structured concepts during the sequence of activities; use of scientific language and establishing a relationship of meanings about the phenomena in question; majority presence of CA indicators related to direct work with data or with the bases from which the subject or situation was understood; construction of logical and objective ideas; low prevalence or absence of certain AC indicators related to understanding situations; low frequency of Argumentation indicators in discursive interactions and little engagement in collective activity. With that, we consider that the presence of the AC and Argumentation indicators indicates that the AC is in process, and this process needs to remain in constant construction. We emphasize that one way to guide students in creating written arguments is to use an adapted layout. Regarding Teaching by Research and Argumentation, it is concluded that both present themselves as approaches and / or didactic modalities that privilege didactic situations with characteristics of scientific work. At this point, attention is drawn to the approximation of scientific culture with school, breaking with a culture of didactic practices without contextualization with science itself.

**Keyword:** Scientific Learning. Scientific Argumentation. Science Teaching, Scientific Research.

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2. O ENSINO DE CIÊNCIAS E A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS E PROCESSOS CIENTÍFICOS.....</b>                   | <b>9</b>  |
| 2.1 O papel da linguagem na aprendizagem científica .....   | 13        |
| 2.2 Aproximações entre linguagem e interações discursivas na aprendizagem científica.....                   | 16        |
| <b>3. A FILIAÇÃO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO NA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....</b> | <b>18</b> |
| 3.1 Alfabetização Científica .....  | 18        |
| 3.1.1 Indicadores de Alfabetização Científica .....   | 20        |
| 3.2 Ensino por Investigação .....   | 21        |
| 3.3 Argumentação.....   | 25        |
| 3.3.1 Indicadores de Argumentação .....   | 27        |
| <b>4. OBJETIVOS DA PESQUISA.....</b>  | <b>29</b> |
| 4.1 Geral:.....   | 29        |
| 4.2 Específicos:.....   | 29        |
| <b>5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>   | <b>30</b> |
| 5.1 Padrões éticos e pressupostos teórico-metodológicos da pesquisa .....                                   | 30        |
| 5.2 A Sequência de Ensino Investigativa – SEI.....  | 31        |
| 5.3 Desenvolvimento da sequência.....   | 33        |
| 5.4 Procedimentos de análise .....  | 37        |
| <b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>  | <b>40</b> |
| 6.1 As atividades analisadas .....  | 41        |
| 6.2 Relatórios científicos .....  | 65        |
| <b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>  | <b>76</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>79</b> |
| <b>APÊNDICE A - OBJETIVOS E CONTEÚDOS DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA – SEI.....</b>                   | <b>85</b> |
| <b>APÊNDICE B - SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA – SEI SOBRE A TEMÁTICA “ENERGIA E SERES VIVOS” .....</b>  | <b>86</b> |
| <b>APÊNDICE C - TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA .....</b>                                  | <b>97</b> |
| <b>APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO .....</b>                                     | <b>98</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>APÊNDICE E - TERMO DE CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO COMO COLABORADORA NA PESQUISA.....</b> | <b>99</b>  |
| <b>APÊNDICE F – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP .....</b>                                      | <b>100</b> |

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As inovações didáticas e metodológicas no ensino são cada vez mais necessárias, pois buscam solucionar problemas arcaicos na questão ensino e aprendizagem. São de fato estratégias que procuram a interação dos alunos com a ciência e com o conteúdo trabalhado do componente curricular (BESERRA; BRITO, 2012).

O modo de transferência direta de conhecimento a partir do aumento exponencial do conhecimento científico e tecnológico, e devido às demandas sociais, tornou-se inaceitável e fragilizado, requerendo assim, que o ensino na contemporaneidade ganhe rumo problematizador, prático e reflexivo (CACHAPUZ *et al.*, 2011). Com isso, a precisão de quantificar fórmulas e decorar conceitos nas ciências naturais, deve ser superada pela qualidade formativa na construção do conhecimento.

Para isso, é imprescindível que as modalidades didáticas possibilitem a aproximação dos sujeitos com o objeto ou fenômeno estudado e, neste caso, desconsideram-se as atividades de apenas conceituar e definir, baseadas em transmissão do conhecimento.

No ensino de ciências comumente os alunos apresentam dificuldades na interpretação e na compreensão de assuntos, ou seja, parte disso se dá pela complexidade de determinados conteúdos e pelo fato dos estudantes e até mesmo os professores, em muitos casos, acreditarem estar diante de verdades absolutas e inquestionáveis sentindo-se incapazes intelectualmente de questionar algo que parece ser óbvio (BIZZO, 2009).

Sobre essa questão, Marandino, Selles e Ferreira, (2009, p. 71) dizem que:

[...] precisamos problematizar a seleção e a organização daquilo que ensinamos na educação básica e desmistificando a noção de que esses processos já estão prontos e, portanto, não é possível para nós professores, participar deles mais ativamente.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p. 32) reforçam que:

A atuação profissional dos professores das Ciências no ensino fundamental e médio, do mesmo modo que a de seus formadores, constitui um conjunto de saberes e práticas que não se reduzem a um competente domínio dos procedimentos, conceituações, modelos e teorias científicas.

Acrescenta-se que, a ciência em geral, é tida pelos alunos como um saber inquestionável, de alto teor verídico e que não há o que problematizar. A noção de que tudo já foi descoberto e que avaliar, contestar e criticar algo relacionado ao desenvolvimento científico e tecnológico é cargo apenas dos cientistas, cabendo aos demais indivíduos, aprender e se informar a partir de descrições. O ensino por transmissão cumpre o papel de fortalecer essa visão discente.

Outro quesito é, considerando a escola e a própria sala de aula como espaço multicultural que se constitui em maior parte pela heterogeneidade (CACHAPUZ et. al., 2011) e, portanto, um lugar de encontro de diferentes concepções, é imprescindível o professor reconhecer a necessidade de transposição do conhecimento partindo das concepções alternativas trazidas por esses estudantes em seus múltiplos modos de vida até uma compreensão científica.

Pozo e Crespo (2009) providos de filiações psicológicas sobre a aquisição do conhecimento científico por parte dos alunos, afirmam ser necessário uma mudança profunda das estruturas conceituais e das estratégias normalmente utilizadas no cotidiano, carecendo de um laborioso processo de instrução, ou seja, requer a necessidade do professor ser contextual e ao mesmo tempo promotor de situações problemáticas (CARVALHO, 2013) em que o aluno seja desafiado a lançar mão de instrumentos investigativos para a construção do conhecimento.

Diante disso, as atividades investigativas, propõem situações didáticas que possibilitam a problematização e a experimentação, aliados a sistematização e a contextualização, permitindo então, a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual (CARVALHO, 2013).

Dessa forma, relacionar os conhecimentos científicos aos conhecimentos prévios do indivíduo exige a promoção de atividades que possibilitem uma abordagem discursiva em grande parte do processo para a “compreensão de normas, métodos e natureza do empreendimento científico” (SCARPA; TRIVELATO, 2013) e da sensibilização do aluno sobre o impacto da ciência na sociedade, consolidando o processo de Alfabetização Científica.

Mesmo diante da quantificação de métodos e técnicas de ensino, os professores, no desenvolvimento de suas práticas encontram “barreiras” que inviabilizam um trabalho mais significativo. Sabe-se que, além do domínio dos conhecimentos da sua disciplina são necessárias sistematizações didático-

metodológicas para o desenvolvimento dos conteúdos propostos (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Neste sentido, devido ao progresso das pesquisas em educação científica, com o avanço nos campos de estudos epistemológicos, psicológicos e socioculturais, atualmente dá-se importância nos processos de ensinar e aprender ao papel da linguagem, das interações discursivas e de processos investigativos que tornem o aluno sujeito ativo no processo de aprendizagem, como aponta Carvalho, (2013). O professor torna-se mediador do conhecimento em sala de aula e o responsável pela promoção de atividades que proporcionem a discussão de uma ciência “negociável” e questionável do ponto de vista científico, assim como é feito na ciência real.

Das modalidades didáticas, o Ensino por Investigação se apresenta consensual entre o que se espera da Alfabetização Científica - AC e do que entende como abordagem construtivista (SCARPA; CAMPOS, 2018).

De acordo com Sasseron (2015) a AC,

“tem se configurado como objetivo principal do ensino de ciências na perspectiva de contato do estudante com os saberes provenientes de estudos da área e as relações e os condicionantes que afetam a construção de conhecimento científico em uma larga visão histórica e cultural.”

Já os referenciais epistemológicos da filosofia construtivista, segundo Matthews (1994), possuem como teses centrais que “o conhecimento é ativamente construído pelo sujeito cognitivo, não recebido passivamente do entorno.” (p. 149) e também que “chegar a conhecer é um processo de adaptação que organiza o mundo das experiências do indivíduo; não se descobre o mundo independente, preexistente fora da mente de quem conhece” (p.149).

Gil-Pérez e colaboradores (1999) sugerem que além de considerar as concepções prévias dos alunos e de possibilitar a interação entre sujeito e objeto, é preciso considerar também as interações sociais que acontecem entre sujeito e sujeito e autonomia do pensamento.

Sabendo da necessidade da promoção da Alfabetização Científica no ensino de Ciências, fomentar atividades que potencializem o processo de AC durante a aprendizagem em Ciências, torna-se um desafio metodológico.

Nessa busca de superação de um ensino apenas expositivo e pensando em configurações de ensino e de aprendizagem que provoquem os alunos para a

mobilização na resolução de problemas em situações didáticas, o Ensino por Investigação e as abordagens investigativas apresentam-se como estratégias que inserem os alunos nos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (POZO; CRESPO, 2009; CARVALHO, 2013).

O Ensino por Investigação, bem como as atividades investigativas, como postula Carvalho (2013), ao permitir a passagem da ação manipulativa para a ação de construção intelectual, algo descrito em teorias psicológicas piagetianas, possibilita ao aluno construir um dado conceito. Diante disso, faz-se necessário que os instrumentos de uma sequência de ensino, sejam eles: jogos, experimentos, textos e outros, permitam o engajamento na resolução de um problema, para que aconteça a tomada de consciência, de acordo com a autora supracitada.

Espera-se do Ensino por Investigação, além da resolução de problemas de caráter investigativo, do engajamento na coleta, análise e interpretação de dados, também a formulação e comunicação de conclusões baseadas em evidências (MELVILLE et, al., 2008). Contudo, como levar os alunos a formular e comunicar conclusões baseadas em evidências? O que garante a confiabilidade de um determinado dado e sua conclusão?

Diante disso, alguns autores (MOTOKANE, 2015; SASSERON, 2015; SCARPA; CAMPOS, 2018) veem a necessidade de aliar o Ensino por Investigação à Argumentação, uma vez que no âmbito das ciências, a Argumentação configura-se como uma forma de avaliar em base e evidências (JIMÉNEZ- ALEIXANDRE, 2011; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCOS, 2015), algo parecido com as práticas epistêmicas propostas por Kelly (2008), na qual ele afirma que a linguagem científica é por natureza uma linguagem argumentativa e, portanto há de considerar a atividade de argumentação como uma forma de pensar e justificar uma determinada alegação baseada em evidências. Nessa atividade, anomalias e conflitos são resolvidos, há a necessidade de contra-argumentos na construção do conhecimento em questão. É uma ação individual e ao mesmo tempo coletiva.

As interações discursivas são promotoras do processo argumentativo e colaboram diretamente no desenvolvimento do pensamento intelectual (SASSERON, CARVALHO, 2015). O Ensino por Investigação e a Argumentação, portanto, cumprem função dupla nas modalidades de interações para a promoção da Alfabetização Científica em sala de aula, como afirmam as autoras.

Dos problemas encontrados para a fomentação da Argumentação em sala de aula, está à criação de instrumentais que norteiem a abordagem de ensino para o desenvolvimento da mesma no processo de aprendizagem.

Sequências didáticas investigativas possibilitam a problematização, a conceitualização e a investigação na qual, durante esses processos há formulação e reformulação de ideias e aí entra o papel complementar da Argumentação até se chegar às conclusões. Tais Sequências Didáticas – SD parecem ajudar no desenvolvimento desses processos, na efetivação da aprendizagem e na implementação de um ensino em que possibilite o aluno pensar criticamente e ser preparado para tomar e/ou avaliar decisões do “mundo real”.

Portanto, a necessidade de progressão de pesquisas sobre a filiação entre Argumentação e Ensino por Investigação e também a necessidade de refletir sobre o desenvolvimento das atuais metodologias de análise propostas justificam pesquisas nesta área. Além disso, poucas são as pesquisas que são desenvolvidas no contexto da sala de aula como atividade escolar e que demonstram o contexto real dos processos de ensino e aprendizagem.

Diante disso, a partir de referenciais teórico-metodológicos, nesta pesquisa objetivou-se avaliar a potencialidade do desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa- SEI na perspectiva do ensino por investigação e da argumentação em uma turma de Ciências do ensino Fundamental para a promoção da Alfabetização Científica. Os eixos estruturantes são propostos por Sasseron (2008, 2015) e Sasseron e Carvalho (2011). Os eixos são: a) aprendizagem de conceitos científicos; b) entendimento da Natureza da Ciência; c) relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - CTSA.

Alguns autores veem o potencial de articular os três eixos da AC, a partir de estratégias didáticas<sup>1</sup> como o Ensino por Investigação e a Argumentação (MOTOKANE, 2015; SASSERON, 2015; SCARPA; CAMPOS, 2018). A SEI proposta neste trabalho foi elaborada baseada nestas estratégias e envolveu os alunos em uma unidade temática, dentro de um contexto de significados científicos, em relação à dinâmica de obtenção de energia dos seres vivos.

---

Considera-se o Ensino por Investigação mais que uma estratégia didática. Aqui, usa-se estratégia como meio de alcançar o objetivo, que é a Alfabetização Científica - AC<sup>1</sup>.



Com isso, espera-se como resultados o surgimento de indicadores tanto de AC como também de Argumentação, sinalizando tal processo de Alfabetização científica.

## 2. O ENSINO DE CIÊNCIAS E A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS E PROCESSOS CIENTÍFICOS

“A ciência nas escolas é comumente retratada de uma perspectiva positivista como um assunto no qual há claras ‘respostas certas’ e onde os dados levam incontrovertidamente a conclusão consensuais.”  
(DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000, p. 288, tradução nossa)

Antes de discorrermos sobre mudanças de foco no ensino de ciências, evidenciaremos a análise da ciência hoje considerada como um constructo social.

Como resultado dos avanços filosóficos e psicológicos na educação científica, e tendo como base a aprendizagem de conceitos científicos, a ciência não deve ser considerada um conhecimento inequívoco e incontestável. De acordo com Garcia-Mila e Andersen (2007) em vez disso, a ciência deve ser vista como uma construção social, sendo resultado do processo de investigação, a partir de planejamento e execução sistematizada, e de comunicação, entre as comunidades científicas.

Latour e Woolgar (1997) pesquisando o campo da sociologia da ciência, principalmente no livro *“A Vida de laboratório: a produção de fatos científicos”* vêm dizer que na ciência real, além do processo de investigação, em que na maioria das vezes acontece a experimentação, a prática discursiva é fundamental para as negociações de novidades científicas. Nessa prática, se avaliam alternativas, pesam evidências, interpretam textos e avaliam potencialidades dos dados científicos, pois tais ações constituem a produção do argumento científico, este último, fundamental na progressão do conhecimento científico. Neste processo, destacam-se as negociações entre as comunidades científicas na resolução de controvérsias e na chegada de um consenso.

Latour e Woolgar, (1997) buscaram entender como os cientistas se organizam em práticas epistêmicas, entendendo-a como uma prática social que resulta na construção de conhecimentos científicos. Essas práticas epistêmicas, não só apresentam explicações para as asserções, mas também evidenciam a construção de argumentos científicos (GARCIA-MILA; ANDERSEN, 2007).

No ensino de ciências, é crescente a atenção para as diferenças entre a natureza da ciência e o ensino da ciência. O ensino de ciências ganha aval não apenas como um corpo de conhecimento organizado e legitimado pela sociedade, como afirma Sasseron (2015), mas como um elemento no direcionamento de questões que se desdobram para além do seu contexto de produção. Ensinar ciências nessa perspectiva é dar atenção aos produtos e aos processos de

construção do conhecimento, compreendendo os fenômenos naturais que acontecem associando-os ao modo de vida vigente, para além da conceitualização. O ensino de ciências vê a aplicação da ciência como atividade humana, com recursos culturais próprios da comunidade científica, ao mesmo tempo em que pode ser utilizada em situações reais, no enfrentamento do cotidiano. Considera-se, portanto, que a aprendizagem de ciências não envolve apenas conceitos científicos, mas também a construção e a empregabilidade destes conceitos (AZEVEDO *et al.* 2017)

Essa mudança de foco sugere o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, mas também procedimentais e atitudinais (ZABALA; ARNAU, 2010; POZO; CRESPO, 2009). Se for a Alfabetização Científica que queremos, não há como alcançá-la apenas com a transmissão de conceitos.

Hodson (2014) postula que o ensino de ciências envolve aprender ciência, aprender sobre ciência, fazer ciência e abordar questões sociocientíficas (QSCs). De acordo com autor, o aprender ciência é a aquisição e desenvolvimento de conhecimento conceitual e teórico, sendo um objetivo das comunidades de prática da ciência. Já o aprender sobre ciência, inclui desenvolver compreensão de características da investigação científica, ou seja, aprender o papel e o *status* do conhecimento que ela gera, a partir da compreensão da dimensão sócio-histórica que envolve a origem e desenvolvimento das teorias científicas.

O fazer ciência, para Hodson (2014) consiste no engajamento e desenvolvimento da investigação científica, para a resolução de problemas científicos, sendo, portanto, a condução da investigação científica. Essa definição implica que os estudantes devem aprender sobre a investigação científica e aprender a conduzir essa investigação.

Para Hodson (2014), o fazer ciência só pode ser adquirido através da experiência e constitui o cerne da atividade do cientista. O autor afirma que se tornou quase um mantra afirmar que as abordagens de ensino baseadas na investigação melhora a aprendizagem em ciências. De acordo com Hodson (2014), uma abordagem explícita em que haja um tratamento sistemático, incluindo os conteúdos curriculares em vez de se querer que os estudantes cheguem a uma compreensão desejada sem qualquer ajuda é condição necessária para aprender ciência fazendo ciência.

O último objetivo que é aprender a abordar QSC's, possibilita o desenvolvimento de habilidades críticas para confrontar dimensões que a ciência por si só não consegue resolver, seria um aspecto sociopolítico.

Para Khalick e Lederman (2000 *apud* SCARPA, 2013), o ensino de Ciências seria facilitado pela atividade de ensino focada no “fazer ciência”, empregando atividades, conduzindo discussões e até mesmo contextualizando o ensino. Para Briccia (2013) o “fazer ciência” na Educação Básica não quer dizer que se queira construir conhecimentos científicos na sala de aula nem que os estudantes desenvolvam novas teorias científicas, mas que alguns aspectos da cultura científica estejam no cotidiano da sala de aula, incorporados na prática dos estudantes. Desse modo parece existir uma dualidade entre o aprender sobre ciências, que acontece na sala de aula e o fazer ciência, este último sendo uma atividade que gera novos conhecimentos científicos na prática real dos cientistas.

Supõe-se que os estudantes na aprendizagem de conceitos e processos científicos, quando participam de atividades que possibilitem realizar investigação científica aliada a processos dialógicos em que se problematize e dê espaço para a negociação do conhecimento, haja uma melhor aprendizagem acerca da Natureza da Ciência, que é um pressuposto da Alfabetização Científica.

O Quadro 1 mostra o processo de investigação científica, na Ciência e na Escola, com características das práticas epistêmicas que foram propostas por Kelly (2005, p.02), à saber “produção, comunicação e avaliação do conhecimento.

Quadro 1 – Síntese do conhecimento científico na produção da Ciência e no Ensino de Ciências.

| <b>Na Ciência</b>   | <b>Na Escola</b>  |
|---|---|
| Situação problemática aberta. Necessidade real.   | Situação-problema direcionada. Geralmente já elaborada.   |
| Construção de hipóteses e testes. (Planejamento, implementação e realização de experimentos).           | Construção de hipóteses e testes.   |
| Interpretação dos resultados. Discussão dos resultados  | Interpretação dos resultados, discussão dos resultados.   |
| Estabelecimento de relações dos resultados com aspectos sociais e políticos e à sociedade e tecnologia. | Estabelecimento de relações entre disciplinas e conhecimentos.  |
| Comunicação do trabalho realizado: congressos, artigos e outros.  | Comunicação do trabalho em relatórios, discussão entre professores e estudantes. Uso da Argumentação. |

Adaptado de: BRICCIA, 2013.

Os aspectos destacados na segunda coluna, evidenciam a necessidade da implementação de estratégias didáticas que contemplem a problematização, a investigação e a interdisciplinaridade na construção do conhecimento científico, além disso, é preciso contemplar elementos que combatam a visão de um conhecimento como produto acabado e conclusivo.

De acordo com Vieira (2014) as práticas epistêmicas, na sala de aula, podem propiciar aos estudantes desenvolver capacidades em falar, escrever, ler e produzir Ciências coletivamente. Trata-se do estudante se apropriar dos recursos culturais disponibilizados pela ciência, não para ser um cientista, mas para que tais recursos funcionem como “óculos” para a avaliação e reflexão da atividade científica e tecnológica.

Em relação à atividade docente, vale destaque que na mudança de foco desses processos de ensino e aprendizagem, o professor tem papel de mediador entre aluno e conhecimento e facilitador da relação aluno-professor e aluno-aluno. Neste sentido, o professor deve ter como base que o conhecimento é ativamente construído pelo sujeito cognitivo de modo individual, porém em ações coletivas e não recebido passivamente do seu entorno, como afirma Mathews (1994). Destaca-se, portanto, que uma aula mecânica/tradicional não favorece a investigação científica.

Em relação às ações pelos quais o professor orienta os estudantes sobre o que vale como conhecimento relevante e sobre formas apropriadas de adquiri-los, Silva (2015) as definem como movimentos epistêmicos. Tais ações favorecem a investigação científica, ou seja, o docente tem papel fundamental na proposição e orientação de atividades caracterizadas como investigativas para a fomentação das práticas epistêmicas.

A condução de atividades investigativas no que diz respeito aos movimentos epistêmicos, pode se dar através de orientações, conceitualizações e investigação para o avanço intelectual que favoreçam a aquisição das práticas epistêmicas.

Briccia (2013) diz acreditar que a metodologia utilizada pelo professor, trás mesmo que implicitamente, características da Natureza da Ciência e que ao conduzir situações de aprendizagem criando um ambiente propício, também se ensina sobre ciência e não apenas o aspecto conceitual. Com isso, reforçamos o papel dos movimentos epistêmicos discutidos por Silva (2015), tanto em relação ao

direcionamento de situações de aprendizagem, como na criação de um ambiente de aprendizagem que envolva o aluno em seu trabalho (BRICCIA, 2013).

## **2.1 O papel da linguagem na aprendizagem científica**

Ao tempo em que nos preocupamos com o ensino e a aprendizagem de conceitos e processos científicos, nos deparamos com o seguinte questionamento: Como a linguagem científica é incorporada pelos estudantes? Diante disso, estivemos pensando em quais os artifícios, internos ou externos, que podem provocar uma mudança.

Quando se fala em aprendizagem do indivíduo, logo vem as ideias de desenvolvimento individual oriundas das teorias piagetianas, de um sujeito cognoscente que a partir de mudanças de estruturas psicológicas passa a conhecer algo. Já em relação à aprendizagem coletiva, aparentemente as ideias sociocontrutivistas, principalmente propostas por Vygotsky (1989), explicitam que o conhecimento se dá a partir de relações socialmente estabelecidas servindo como aporte teórico para explicar parte dos processos de interações em sala de aula.

Pensamos que a linguagem e o discurso, presentes na sala de aula a todo o momento são recursos culturais essenciais e potencialmente mediadores na aprendizagem científica, numa perspectiva sociocultural. Diante disso, é essencial que os docentes nas suas ações proporcionem ambientes ricos em interações discursivas (AGUIAR JR *et al*, 2007).

Nascimento (2007) diz que situações de ensino direcionam os estudantes ao engajamento ou não nas mesmas. Neste ponto, o movimento epistêmico do professor, principalmente daqueles que usam a dialogia são essenciais na promoção do engajamento discente, em atividades que tem o seu caráter comunicativo e discursivo.

De acordo com Santos (2014) os docentes em seus trabalhos de ensino de ciências propõem diversos tipos de atividades e tarefas em suas aulas como, por exemplo: discussões em grupo, atividades de representações gráficas, práticas demonstrativas ou experimentais, criação de modelos, entre outros. Com isso, os alunos aprendem que há diversos recursos culturais para se representar um dado científico e que pensar numa perspectiva científica requer de certa forma fazer, raciocinar, ler e construir modelos que representem tal conhecimento, como afirma o

autor supracitado. Percebe-se que, nem sempre apenas a linguagem escrita, predominante nos livros-texto, promove representações reais de um saber antes tido como abstrato.

Santos (2014) afirma que a aprendizagem de alguns objetos não ocorre na maioria das vezes pelo contato direto com o fenômeno originário, mas sim por meio da linguagem. Como exemplo, se têm os conteúdos atômicos, a ideia de vácuo, entre outros conteúdos.

Acreditamos que a utilização da linguagem científica tanto pode aproximar, como também distanciar o interesse do aluno pelo conteúdo. Um professor que se preocupa com a formação científica de seus alunos necessita levar em consideração ações que permitam que os estudantes avancem nessa perspectiva científica. Para isso, a desenvoltura de habilidades comunicacionais orais ou escritas na perspectiva de discurso científico correto se faz necessária.

Até aqui apresentam-se necessidades formativas dos alunos em relação à aquisição do conhecimento científico e da linguagem da ciência. Contudo, deixa-se claro que nossa visão é de aquisição de um conhecimento útil para uma formação crítica do indivíduo.

Cobern e Aikenhead (1998) denominam enculturação autônoma a transposição da cultura do cotidiano para a cultura científica, na qual os estudantes aprendem a utilizar as vantagens de cada cultura, de acordo com o contexto específico. Ou seja, ao partir de uma linguagem cotidiana para uma linguagem científica, não pensando numa substituição de concepções espontâneas por conceitos mais elaborados ao crivo do que é considerado correto.

Ler o mundo a partir da ciência para nós é poder tomar decisões sobre nós mesmos. É, portanto, apoderar-se de recursos culturais como a linguagem e o discurso para o sustento de uma discussão pautada na Argumentação, para então construir um entendimento da ciência. Uma das principais características do processo de construção da ciência é a linguagem argumentativa (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Para Jiménez- Aleixandre e Díaz de Bustamante (2003) a linguagem não é unívoca e as pessoas podem atribuir diferentes significados a uma mesma palavra, dando a entender que o ensino de ciências não deve ser voltado apenas para a exploração do fenômeno, mas para que haja possibilidades de argumentação em sala de aula. Os autores defendem a importância de um ensino de ciências capaz de

levar alunos a “fazer ciência”, sendo neste processo, aberta a possibilidade de discussão de ideias, avaliação de alternativas com diferentes explicações sendo negociadas.

Em relação à linguagem científica, Lemke (1998) a partir de textos científicos, observa que a linguagem é uma prática social e que ela faz parte do mundo dos cientistas na medida em que, na troca de ideias e na mudança de opiniões os mesmos utilizam desse recurso cultural, que é a linguagem para, por exemplo, persuadir ou contra argumentar algum fato. Portanto, é evidente na construção do conhecimento científico a necessidade da utilização de recursos de linguagem, como também de múltiplos recursos culturais, segundo o autor.

Antes de se falar em linguagem científica, é preciso se ater a combinação de significados, por isso, Lemke (1997) realizando seus estudos sobre a aprendizagem da linguagem científica, afirma que conhecer sinônimos, definições de palavras e termos técnicos não são suficientes para saber utilizar as palavras. Para ele, o entendimento se dá a partir do significado de frases e orações completas e não de palavras isoladas.

É a partir das “relações de significado” entre as palavras, que os estudantes construirão entendimento sobre uma dada noção e assim aumentarão suas chances de compreensão dentro do contexto. A linguagem passa a ser não apenas uma ferramenta de comunicação, e sim um elemento constitutivo dos sujeitos quando se considera que o pensamento e a linguagem se complementam mutuamente (WENZEL, 2017).

Lemke (1997, p. 28) defende que para aprender ciências é preciso que os estudantes saibam “hablar, escribir y razonar en frases, oraciones y párrafos de lenguaje científico”, ou seja, as relações de significado para nós das ciências naturais são as relações conceituais. Quando professores de ciências falam de “Energia” existe uma multiplicidade de conceitos formados, já conhecidos pelas pessoas que são da área, no caso dos estudantes esses conceitos podem estar em um campo de significados relacionados à cotidianidade, cabendo ao professor, em sua mediação didática, realizar essas conexões conceituais.

Nas palavras de Lemke (1997, p. 13):

[...] los profesores de ciencias pertinentes a una comunidad de personas que hablan el lenguaje de la ciencia. Los alumnos, al menos por un largo tiempo, no lo hacen. Los profesores utilizan dicho lenguaje para dar sentido a cada tema de una manera



particular. Los alumnos emplean su próprio lenguaje para formar una visión del tema que puede ser muy diferente.

Com isso, é preciso dar mais oportunidades para que os estudantes possam falar e escrever sobre questões científicas, sendo necessário reservar mais tempo nas aulas de ciências para a elaboração de relatórios e discussões científicas.

Sasseron e Carvalho (2014) postulam que a relação entre linguagem científica e a Argumentação vem sendo amplamente discutida na área a fim de evidenciar as possibilidades de estudo das interações discursivas na sala de aula como sendo uma forma de compreender o desenvolvimento da linguagem científica e da Argumentação nestes espaços. Chamamos a atenção para necessidade do desenvolvimento de atividades dessa natureza em espaços e situações reais como forma de garantir ser uma modalidade didática exequível.

## **2.2 Aproximações entre linguagem e interações discursivas na aprendizagem científica**

Na aprendizagem dos conceitos científicos, os estudantes tendem a buscar modelos explicativos de determinados fenômenos. Esses modelos na maioria das vezes estão prontos. Mediante um foco sócio histórico no qual se busca a significância dos objetos de aprendizagem, acredita-se que as interações discursivas possibilitam que os estudantes aprendam sobre ciências, fazendo uso de explicações e argumentações orais e escritas, que são ferramentas da linguagem, de acordo com Sessa e Trivelato (2016).

Fazendo o uso da linguagem, do discurso e de outros mecanismos da retórica, a atividade comunicacional influencia diretamente a construção de significados (SESSA; TRIVELATO, 2016), ou seja, no processo de aprendizagem, pensar sobre o que já sabe e o pensar coletivo que é resultado das interações discursivas, possibilitam a reelaboração de conceitos e de hipóteses atingindo níveis de metacognição.

Os debates que acontecem na sala de aula estão próximos dos debates entre pares que acontecem na investigação científica na organização do conhecimento científico. Sasseron (2013) chama esses “debates” de interações discursivas. As interações discursivas “acontecem entre alunos e professores e de alunos entre si”

(SILVA, p.72, 2015) quando os mesmos se envolvem na construção de conhecimento científico de maneira coletiva.

A partir dessa perspectiva sócio histórica<sup>2</sup> da sala de aula, pensa-se que as interações presentes no uso da linguagem num sentido amplo proposto por Lemke (1997) proporcionam a construção de significados mais sólidos do conhecimento desenvolvido na escola. Adota-se “construção de significados” a partir dos “óculos” da semiótica, que na ciência escolar pode ser entendida como o estudo de representações (imagens, palavras, símbolos e ações), de acordo com Sessa e Trivelato (2016).

As interações discursivas potencializam a atividade verbal na sala e para que se tenha construção do conhecimento científico escolar, além da necessidade da problematização, geração de hipóteses e testes, é necessária a atividade verbal, de alegações e discussões em pares, cumprindo a etapa de avaliação em base de evidências, como afirma Jiménez-Aleixandre (2011).

Pensar coletivamente diante de tais perspectivas apresentadas se configura como algo frutífero à racionalização e compreensão do indivíduo sobre determinado tema. É no pensar junto que acontecem contextos de debate, discussões e avaliação de ideias individuais e coletivas (PEREIRA, 2013).

De acordo com Sasseron (2015) as interações discursivas promovem os processos argumentativos e colaboram para que os argumentos sejam mais extensos e ricos. A promoção das interações discursivas tem papel no desenvolvimento do pensar científico inicialmente coletivo, no aspecto social e secundariamente de forma individual no aspecto cognitivo.

---

<sup>2</sup> Entende-se sócio histórica e sociocultural como palavras sinônimas advindas das teorias sociocontrutivistas, principalmente propostas por Vygotsky (1989).

### **3. A FILIAÇÃO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO NA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Para Kuhn (2005), a partir de sua perspectiva da psicologia do desenvolvimento, a atividade de pensar requer duas habilidades centrais, a investigação e a argumentação.

Neste tópico, apresenta-se a relação entre a o Ensino por Investigação e a Argumentação na promoção da Alfabetização Científica - AC. Sasseron (2015) postula existir encontros entre o que se espera na AC com tais modalidades de interação no contexto de aulas de ciências.

#### **3.1 Alfabetização Científica**

Aikenhead (1985) quando fala sobre a Alfabetização Científica descreve a aproximação à Natureza da Ciência, à prática científica e enfatiza as relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente como uma forma de favorecer a participação dos cidadãos na tomada de decisões. Bybee (1997), alguns anos depois, mostra a preocupação em ajudar os estudantes a desenvolverem perspectivas da ciência e da tecnologia que incluam, também, a história das ideias científicas, a natureza da ciência e tecnologia e o papel desempenhado na vida pessoal e social dos indivíduos.

De acordo com Sasseron (p. 51, 2015) a Alfabetização Científica “[...] revela-se como a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento.” e tem se configurado como um parâmetro para o ensino “[...] na perspectiva de contato do estudante com os saberes provenientes de estudos da área e as relações e os condicionantes que afetam a construção do conhecimento científico em uma larga visão histórica e cultural”.

A Alfabetização Científica segue o que consideramos importante na aprendizagem de conceitos científicos que é o estudante olhar para temas e situações que envolvem a ciência e realizar sua análise sob a perspectiva científica.

Sasseron (2008, 2015) e Sasseron e Carvalho (2011) propõem três eixos estruturantes da AC (Quadro 2) que devem ser considerados no processo de Alfabetização Científica:

Quadro 2 – Eixos estruturantes da Alfabetização Científica

| <b>Eixo</b>   | <b>Descrição</b>  |
|---|---|
| <b>(a)</b> a compreensão básica de termos e conceitos científicos                         | Retrata a importância de que os conteúdos curriculares próprios das ciências sejam debatidos na perspectiva de possibilitar o entendimento conceitual;  |
| <b>(b)</b> a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática | Deflagra a importância de que o fazer científico também ocupa espaço nas aulas de mais variados modos, desde as próprias estratégias didáticas adotadas, privilegiando a investigação em aula, passando pela apresentação e pela discussão de episódios da história das ciências que ilustrem as diferentes influências presentes no momento de proposição de um novo conhecimento; |
| <b>(c)</b> o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente    | Permite uma visão mais completa e atualizada da ciência, vislumbrando relações que impactam a produção de conhecimento e são por ela impactadas, desvelando, uma vez mais, a complexidade existente nas relações que envolvem o homem e a natureza.   |

Fonte: SASSERON (2015)

O eixo (a) refere-se à compreensão necessária dos estudantes sobre determinados conceitos-chave que possibilitam a utilização em situações diversas parecidas com as que acontecem nos contextos cotidianos.

O Segundo eixo (b) está associado à ideia de ciência como uma atividade humana que está em constante mudança, neste sentido, o processo de investigação científica além de ir ao encontro da aprendizagem e investigação científica, carece discutir aspectos sociais, políticos e ético num entendimento de ciência como empreendimento social e humano.

Briccia (2013, p.111) aponta que o trabalho realizado na disciplina Ciências, “muitas vezes parcializado, mecânico, ajuda ainda a formar imagens não adequadas sobre ciência e sua forma de desenvolvimento”

Já o eixo (c), apresenta a relação entre esferas na busca pelo desenvolvimento sustentável. Vê os impactos gerados pela ciência e as consequências da resolução de problemas de maneira imediatista na geração de novos problemas. Na escola, além de tentar fazer tal aproximação entre essas esperas, vemos a ação de discutir o determinismo e salvacionismo científico como maneiras de pensar Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - CTSA.

Entendemos que a investigação científica na sala de aula, de maneira planejada, contempla os eixos estruturantes da AC propostos por Sasseron (2008, 2013, 2015) e Sasseron e Carvalho (2011). Entretanto, destacamos que não é tarefa

fácil propor o desenvolvimento de aulas, quando se pensa apenas nos conteúdos próprios da ciência escolar, dessa maneira sugerimos a criação de objetivos na perspectiva desses eixos estruturantes, para então pensar no desenvolvimento dos conteúdos que atinjam tais objetividades. O trabalho a partir de temáticas também se apresenta frutífero na proposição de investigações científicas.

### 3.1.1 Indicadores de Alfabetização Científica

Adotamos como referencial teórico-metodológico os Indicadores de Alfabetização Científica (Quadro 3) criados por Sasseron (2008) como base para análise do desenvolvimento de propostas de temas ou conteúdos curriculares nas aulas de Ciências. Os mesmos são constituídos como habilidades necessárias ao processo de Alfabetização Científica e são considerados como habilidades utilizadas pelos cientistas durante o trabalho de investigação.

Os indicadores referem-se a:

- (a) ao trabalho com as informações e com os dados disponíveis, seja por meio da organização, da seriação e da classificação de informações;
- (b) ao levantamento e ao teste de hipóteses construídas que são realizados pelos estudantes;
- (c) ao estabelecimento de explicações sobre fenômenos em estudo, buscando justificativas para torná-las mais robustas e estabelecendo previsões delas advindas;
- e (d) ao uso de raciocínio lógico e raciocínio proporcional durante a investigação e a comunicação de ideias em situações de ensino e aprendizagem. (SASSERON, 2015, p. 57)

Quadro 3 – Indicadores da Alfabetização Científica

| <b>Indicador de AC</b>              | <b>Descrição</b>   |
|-------------------------------------|--|
| <b>Seriação de informações</b>      | Está ligada ao estabelecimento de bases para a ação investigativa.   |
| <b>Organização de informações</b>   | Surge quando se procura preparar os dados existentes sobre o problema investigado.   |
| <b>Classificação de informações</b> | Aparece quando se busca estabelecer características para os dados obtidos.   |
| <b>Raciocínio lógico</b>            | Compreendendo o modo como as idéias são desenvolvidas e apresentadas   |
| <b>Raciocínio proporcional</b>      | Como o raciocínio lógico, dá conta de mostrar o modo que se estrutura o pensamento, além de se referir também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas. |
| <b>Levantamento de hipóteses</b>    | Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema.   |
| <b>Teste de hipóteses</b>           | Trata-se das etapas em que as suposições   |

|                      |  |
|----------------------|--|
|                      | anteriormente levantadas são colocadas à prova.  |
| <b>Justificativa</b> | Aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto. |
| <b>Previsão</b>      | Explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.        |
| <b>Explicação</b>    | Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas.                                  |

**Fonte:** SASSERON (2008)

De acordo com a autora estes não podem ser tomados de forma cronológica e nem como um método, entretanto, devem ser considerados como evidências ao longo do diálogo e de construção do conhecimento científico escolar<sup>3</sup>.

Identificar esses indicadores nos discursos dos estudantes nos sinaliza que os passos da investigação científica estão sendo cumpridos bem como o processo de Alfabetização Científica.

### 3.2 Ensino por Investigação

A importância da Alfabetização Científica e o consenso construtivista na educação científica sugerem o Ensino por Investigação para o fomento de um ensino mais contextualizado e menos transmissivo.

Criar um ambiente investigativo e mais claramente promover uma investigação científica na sala de aula não está relacionado à formação de cientistas mirins. Carvalho (2013) indica a necessidade de ensinar a partir da condução e mediação de um processo simplificado do trabalho científico, para que, gradativamente os alunos adquiram, aula a aula, a linguagem científica, a fim de se apropriarem dessas ferramentas culturais e se alfabetizarem cientificamente.

Alguns autores consideram o Ensino por Investigação como um método pedagógico (SUZUKI, ZOMPERO, 2016), ou como estratégia didática. Sasseron (2015) o considera como uma abordagem didática, ou seja, não se trata apenas de uma estratégia metodológica, mas sim, configura-se como uma forma de ação e de movimentos epistêmicos de maneira interativa, sendo conduzida pelo professor a partir da abordagem de temas.

<sup>3</sup> Escolar por que aqui entendemos que este se distingue do conhecimento científico na sua finalidade, de acordo com Marandino e colaboradoras (2009).

Nota-se que nessa abordagem, o papel de promover situações investigativas é do professor, o qual é visto como mediador do processo de construção de conhecimento (SCARPA, 2015).

De acordo com Motokane (2015) a abordagem investigativa cria condições favoráveis para os alunos se apropriarem de ferramentas que fazem parte da comunidade científica. Neste tipo de atividades ocorre a mediação do conhecimento. Há valorização do processo de produção do conhecimento e não apenas dos produtos, consideram-se, portanto, importantes todos os processos na construção do conhecimento nessa perspectiva de aprendizagem científica.

A abordagem investigativa deve oferecer condições para que os estudantes além de resolverem situações-problema busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação (SASSERON, 2015). Consideramos o uso do raciocínio e a construção de modelos explicativos como fundamentais nesse processo.

Na busca de condicionar um ambiente em que os estudantes construam seus conhecimentos científicos escolares, Carvalho (2013) propõe as Sequências de Ensino Investigativas – SEI's, ou seja, sequências de aulas que abrangem um tópico ou tema dentro do programa curricular escolar. O objetivo de uma SEI “é permitir que investigações sejam realizadas em aulas que, a princípio, são reconhecidas como distintas e, por vezes, não associadas à investigação” (SASSERON, p. 59, 2015).

Nas SEI's se têm um cuidado em considerar as concepções prévias dos estudantes para iniciar novos conhecimentos, permitir que os estudantes exponham suas ideias, que tenham voz ativa, que possam discutir, analisar e negociar com os colegas e professor, adquirindo conhecimentos científicos a partir de questões científicas construídas por gerações passadas. (CARVALHO, 2013).

Além de todo processo de investigação exigir um problema, de acordo com Carvalho (2013), tal problema precisa instigar, estimular e provocar os alunos a participarem da resolução (MOTOKANE, 2015).

Consideramos numa SEI algumas etapas como fundamentais na sua construção, implementação e desenvolvimento em sala. Estas etapas são postuladas por Carvalho (2013), como por exemplo, a proposição de um problema experimental ou teórico, a sistematização e a contextualização do conhecimento.

As práticas pedagógicas que aproximam os alunos do fazer científico são: “levantar e testar hipóteses, estabelecer relações de causa e efeito, controlar variáveis, expressar raciocínio lógico e proporcional, interpretar dados provenientes de diferentes fontes, elaborar modelos explicativos, entre outros.” (MOTOKANE, 2015).

Essas práticas são mediadas a partir de interações estabelecidas em sala de aula quando acontecem ações executadas em materiais didáticos, envolvimento com o conteúdo em foco e interações discursivas entre alunos e professores (SASSERON; CARVALHO, 2014).

O Ensino por Investigação, portanto, a partir dessas práticas pedagógicas possibilitam a promoção do desenvolvimento dos processos associados à produção do conhecimento científico proposto por Jiménez-Aleixandre e Fernández-López (2010).

Pedaste e colaboradores (2015 apud SCARPA; CAMPOS, 2018) sugerem uma forma de operacionalizar essa sequência de aulas por meio de um ciclo investigativo, conectando as fases da investigação científica com o propósito de auxiliar o professor no planejamento e desenvolvimento da sequência de aulas.

O Quadro 4 apresenta o ciclo investigativo que serve como norte no desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa – SEI e explicita objetividades em relação a cada fase. Vale ressaltar que em todas as fases acontece a fase de discussão e, subjacente a esta, as subfases de comunicação e reflexão.

Quadro 4 - Ciclo investigativo proposto por PEDASTE *et al.* (2015 apud SCARPA; CAMPOS, 2018).

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>ORIENTAÇÃO</b> | Apresentar a problemática existente frente à temática ou possibilitar a partir da exposição de conhecimentos prévios, a constituição do problema. Pode-se promover a inquietação através de textos auxiliares, entretanto em seu caráter informativo e descritivo. |
|-------------------|--|



|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>CONCEITUALIZAÇÃO</b> | Elaborar ou propor questões e hipóteses baseadas em conceitos/teorias que se caracterizem como investigativas.   |
| <b>INVESTIGAÇÃO</b>     | Desenvolver a exploração e a experimentação para coleta, registro e análise de dados que respondam às questões da pesquisa. Nesta etapa deve haver pluralidade de estratégias didáticas. Deve apresentar sistematização e utilização de linguagem matemática e científica. |
| <b>CONCLUSÃO</b>        | Elaborar conclusões a partir dos dados obtidos de forma a responder à questão de investigação. Comparar as hipóteses formuladas na fase de conceitualização.   |

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2019.

Uma Sequência de Ensino Investigativa não sugere necessariamente que aconteça a experimentação (SASSERON, 2013). Em sala de aula as etapas do ciclo investigativo podem acontecer a partir da leitura de textos, desde que haja um problema central e, sua resolução exija a mobilização dos alunos na execução de práticas procedimentais, posteriores a etapa de conceitualização.

Em síntese, as SEI's são o encadeamento de atividades de aulas em que há uma questão-problema sobre um tema investigado e para que aconteça a resolução, é necessário fazer a relação de significados (conceitos), praticar de forma procedimental e por fim relacionar tal conhecimento à outras esferas sociais.

Na prática, as situações investigativas em todo o ciclo promovem a discussão e verbalização que é outra característica da atividade dos cientistas relacionada às práticas epistêmicas (KELLY, 2005) e ao processo de argumentação. De acordo com Suzuki e Zompero (2016) tais situações vão ao encontro da Argumentação.

Segundo Ferraz e Sasseron (2017), o Ensino por Investigação apresenta posição privilegiada na promoção de situações argumentativas e de engajamento

dos estudantes. Neste mesmo artigo os autores esclarecem que, na medida em que o estudante participa efetivamente da construção de sua aprendizagem, de modo ativo e reflexivo, o mesmo tem condições para argumentar, demonstrando domínio de competência discursiva necessária para explicar os conteúdos científicos que fazem parte do processo de aprendizagem daquele contexto. Com isso, enxergamos também o favorecimento do desenvolvimento das interações e práticas discursivas como habilidades necessárias ao processo de Alfabetização Científica.

### **3.3 Argumentação**

Diante das várias áreas e análises linguísticas da Argumentação, Toulmin (1958), considera o argumento como uma afirmação justificada cuja validade é fornecida pela coerência da justificação.

A Argumentação é considerada uma prática na atividade dos cientistas. Vemos conexão entre linguagem científica e linguagem argumentativa.

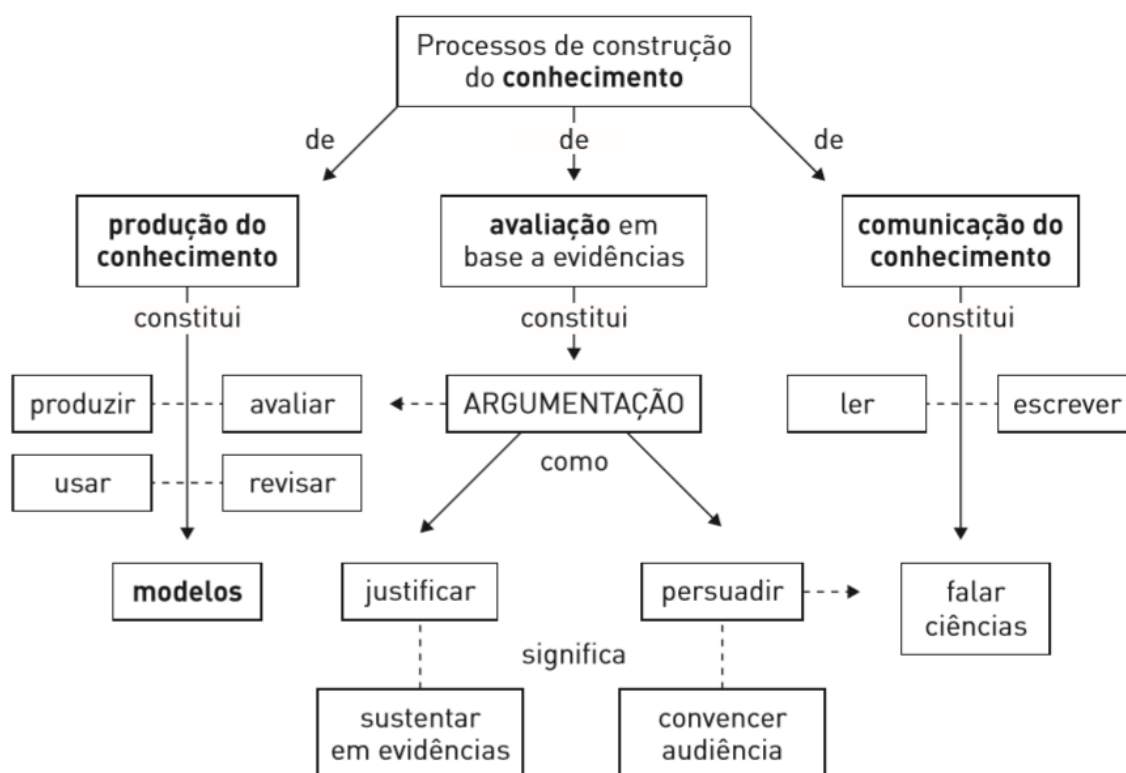
Kelly e Takao (2002) postulam a Argumentação como uma importante ferramenta para entender como os estudantes raciocinam quando se envolvem em práticas científicas tanto na aprendizagem conceitual, como também epistemológica, a isso, acrescentamos que nessas práticas, os estudantes também passam a compreender a Natureza da Ciência, suas relações e implicações no modo de vida, que seria a Alfabetização Científica.

Sobre os aspectos epistêmicos da Argumentação considera-se que é um estudo de práticas sociais na construção de conhecimento (RATZ, MOTOKANE, 2016). Para Kelly (2005), se trata de uma prática coletiva e, portanto social, na qual acontece uma mudança de foco do sujeito considerado cognoscente e epistêmico, para a ideia de comunidades que possuem práticas em comum.

De acordo com Silva (2015, p. 71) as práticas epistêmicas configuram-se como “um conjunto de ações padronizadas, baseadas em intenções e expectativas comuns de indivíduos que compartilham valores e ferramentas culturais” relacionadas ao conhecimento. Kelly (2008) propõe instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento. A Argumentação estaria, de acordo com Jiménez-Aleixandre (2011) e Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015), relacionada à avaliação (Figura 1), ainda que as três instâncias sejam bastante conectadas entre si.

A aprendizagem científica nesta perspectiva supõe “aprender a construir e avaliar explicações baseadas em evidências” (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCOS, 2015) para sustentar determinado dado, ou seja, sustentar evidências para poder persuadir, este último ligado também a prática de falar ciências.

**Figura 1.** A Argumentação enquadrada nos processos de construção do conhecimento



**Fonte:** JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, (2011)

Tomaremos como filiação, baseado nas ideias de Kuhn e Franklin (2006), no nosso marco, que a Argumentação constitui todo o processo dialógico de negociações e reivindicações e o argumento é o produto desse processo anterior.

A produção dos argumentos se dá tanto de forma individual como por colaboração entre várias pessoas, pensando no âmbito da sala de aula.

Segundo Garcia-Mila e Andersen (2007), a Argumentação se apresenta como um termo muito amplo, multidisciplinar e polissêmico, utilizado em formas diferentes dentro e entre as disciplinas.

Na aprendizagem em ciências, assim como qualquer aprendizagem mediada pela prática discursiva, são exigidas, além das habilidades que estão relacionadas ao processo de investigação, outras habilidades relacionadas ao processo de argumentação (GARCIA-MILA; ANDERSEN, 2007). Tais habilidades de

argumentação, segundo os autores supracitados, podem ser intrapsicológicas, ou seja, internas, de forma individual, porém implicitamente dialógicas, e intersicológicas, de forma externa, sociais e explicitamente dialógicas.

Em um artigo polêmico Osborne e Patterson (2011) propõem distinção entre argumento e explicação. Para eles, a distinção é que uma explicação deve dar sentido a um fenômeno com base em outros fatos científicos. Toda explicação consiste então em descrições coerentes dos conhecimentos e teorias atuais. Ou seja, na explicação o fenômeno não está em dúvida.

As explicações de acordo com Osborne e Patterson (2011) não são construídas a partir de dados ou garantias e sim a partir de modelos que representam a realidade. Para eles, a construção de argumentos estaria relacionada à justificação de hipóteses. O argumento tem como objetivo de trazer plausibilidade para tal afirmação. Já a explicação que eles chamam de *Explanandum*, tenta explicar o fenômeno de forma inteligível. Resumidamente, enquanto uma explicação elucida o porquê do fenômeno, o argumento tenta convencer de que a afirmação é verdadeira.

Considerando o enquadramento da Argumentação nas práticas de construção do conhecimento científico, as metodologias de análise de situações reais na sala de aula, de acordo com Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015), devem dar atenção aos processos de construção do conhecimento e não apenas aos produtos.(

### 3.3.1 Indicadores de Argumentação

O padrão de argumento proposto por Toulmin - TAP é uma das principais ferramentas de análise utilizadas na educação científica. O autor propõe elementos constitutivos da Argumentação e como os mesmos se relacionam entre si.

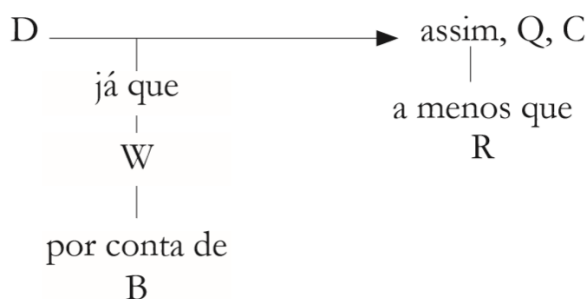
Toulmin sugere seis elementos, dos quais três são considerados essenciais, os outros três podem ser considerados auxiliares (Figura 2) (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE *et al.*, 2009).

O modelo TAP se apresenta adequado à medida em que foge da lógica formal, trazendo uma natureza prática na análise de discursos em situações em que há produção e reconstrução do conhecimento, como no caso da sala de aula.

Os fatos que apoiam uma alegação são os *dados* (D) e dão suporte à construção de uma *conclusão* (C). Entretanto, os dados não são suficientes para

chegar à conclusão, diante disso, Toulmin (2006) apresenta outros elementos que conectem D à C, os quais o mesmo chama de *garantias* (W) e permite a vinculação entre dado e conclusão. O *apoio* (B) são os conhecimentos básicos que advêm das experiências anteriores e dão suporte à garantia. Outro elemento para tornar o argumento aceito é o *qualificador modal* (Q), sendo a força que a garantia empresta para a conclusão. Segundo Toulmin (2006), o qualificador modal confere aval para conclusão obtida. Quando há oposição, o *Refutador* (R) faz com que a garantia perca força e conteste as presunções criadas.

**Figura 2.** Padrão de Argumento de Toulmin.



**Fonte:** TOULMIN, (2006)

Adaptações foram propostas por diversos autores para o uso do TAP em aulas de Ciências, uma vez que sua finalidade não é para avaliação de argumentos em sala de aula. Em relação aos dados, Jiménez-Aleixandre e colaboradores (1998) propuseram uma ampliação do que Toulmin define como *dado*. Estes autores criaram categorias específicas para identificar a origem do dado. Designaram *dado fornecido* (DF) aquele dado que chega aos alunos através de livros-texto, por meio do professor ou roteiro do experimento; *dado observado* (DO) àqueles obtidos a partir das situações experimentais que se classificam em *dado empírico* (DE), , procedente da experiência realizada e *dado hipotético* (DH), quando parte da construção mental da investigação à realizar.

Já para os elementos *garantia* (W) e *apoio* (B), alguns autores (ZOHAR; NEMET, 2002; ERDURAN *et al*, 2004; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2004) propuseram alterações, já que em sala de aula é difícil a análise e distinção desses dois elementos adotando a *Justificativa* como sendo a intersecção entre esses dois elementos.

## **4. OBJETIVOS DA PESQUISA**

### **4.1 Geral:**

Avaliar a potencialidade do desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa- SEI na perspectiva do ensino por investigação e da argumentação em uma turma de Ciências do ensino Fundamental para a promoção da Alfabetização Científica.

### **4.2 Específicos:**

- Identificar os indicadores de Alfabetização Científica nos textos produzidos e no desenvolvimento/interação da SEI;
- Identificar e caracterizar os argumentos presentes nos textos produzidos e no desenvolvimento/interação ao longo da SEI;
- Analisar a presença de indicadores de Alfabetização Científica e de Argumentação tanto na produção dos textos quanto no desenvolvimento da SEI proposta.

## 5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Considera-se que, a inserção de atividades que contemplem os eixos da AC não garante evidenciar que o processo de AC está ocorrendo. Sasseron (2008) propõe indicadores que podem servir de evidências que a AC está em processo. Nos valemos desses indicadores de AC como instrumentos de análise do processo de desenvolvimento da SEI, bem como dos indicadores de Argumentação a partir de adaptações do layout do Padrão de Argumento de Toulmin - TAP (1958/2006) para estudos de interações e contextos de aulas de Ciências.

A necessidade da utilização de uma ferramenta de análise da Argumentação, justifica-se pela própria natureza das atividades implementadas possuírem características da investigação científica. Estas atividades pressupõem, na construção do conhecimento, o processo de argumentação para a avaliação com base em evidências.

Vários autores (CAPECCHI *et al.*, 2000; ERDURAN *et al.*, 2004; SASSERON; CARVALHO, 2011; SCARPA, 2015; MOTOKANE, 2015) apresentam ferramentas de análise da Argumentação baseados no *layout* proposto por Toulmin (1958/2006).

Considera-se, portanto, nesta pesquisa, as ferramentas analíticas de indicadores da Alfabetização Científica e de indicadores da Argumentação.

### 5.1 Padrões éticos e pressupostos teórico-metodológicos da pesquisa

O projeto registrado no CAEE 20787519.0.0000.5546 e aprovado seguiu todos os requisitos determinados no Comitê de Ética em pesquisa – CEP formulado pela Universidade Federal de Sergipe – UFS, sobre a pesquisa com seres humanos no Brasil em relação aos padrões éticos.

Foram recolhidas todas as autorizações necessárias dos responsáveis pelos 18 menores envolvidos, estudantes do 6º ano da escola pública estadual Colégio Estadual Nelson Rezende de Albuquerque, bem como da autorização para realização do estudo na escola *locus* da pesquisa, mantendo o caráter voluntário do consentimento (Apêndice D e E).

Todos os estudantes matriculados na turma foram incluídos na pesquisa mediante autorizações dos responsáveis.

Buscamos realizar nossa pesquisa com base na contemplação dos aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais, que se esperam no desenvolvimento da disciplina Ciências (POZO; CRESPO, 2009; CARVALHO, 2013).

No que se refere à abordagem qualitativa da pesquisa, corroborando Ludke e André (2013), preocupamo-nos com o ambiente tido como contexto real para a fonte de dados direta da pesquisa; a descrição predominante dos dados; a importância majoritária ao processo investigativo e o significado que os estudantes dão aos objetos.

A investigação se configura em uma perspectiva de pesquisa qualitativa, pois para responder as inquietações que se caracterizam como fenômenos sociais, fez-se necessário considerar a dinâmica entre sujeitos e o mundo real, perfazendo assim, “[...] um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números.” (SILVA; MENEZES, 2005 p. 20).

A pesquisa iniciou-se a partir de um quadro teórico, buscando constantemente novas descobertas e repostas à indagações, fundamentando-se na ideia de que o conhecimento não é algo acabado, mas uma construção e reconstrução constante, de acordo com Ludke e André (1986).

O corpo de dados para análise foi constituído por: a) relatórios científicos elaborados pelos alunos; b) transcrição dos discursos orais do desenvolvimento/interação da/na SEI; c) respostas escritas no caderno de atividades dos alunos referentes a SEI (Apêndice B).

Ao final da pesquisa, obtivemos, então, além dos dados gravados em áudio e vídeo, quatro relatórios científicos que foram elaborados em grupos e 18 cadernos de atividades. A construção e entrega dos relatórios científicos (Apêndice B, Atividade VII) consistiram na etapa final da SEI.

## **5.2A Sequência de Ensino Investigativa – SEI**

Caracterizamos nossa SEI como uma investigação científica à medida que os conteúdos presentes na mesma, encontram-se bastante abertos ao lançamento de alegações, hipóteses e negociação. A Sequência de Ensino Investigativa - SEI busca mobilizar os alunos no levantamento de hipóteses, na investigação científica, na argumentação e explicação científica até chegar a conclusões a partir de uma questão central.



A SEI tem como temática “*Energia e seres vivos*” e constitui-se de conteúdos e atividades experimentais sobre produção e obtenção energética, respiração, fotossíntese entre outros (Apêndice A). Vale destaque para o caráter interdisciplinar na qual contempla-se conteúdos biológicos, químicos e físicos.

As aulas da Sequência de Ensino Investigativa – SEI caracterizaram-se por leituras, interpretação de textos e gráficos, experimentação, construção de esquemas e outros exercícios que possibilitam a produção de material escrito e de interações discursivas.

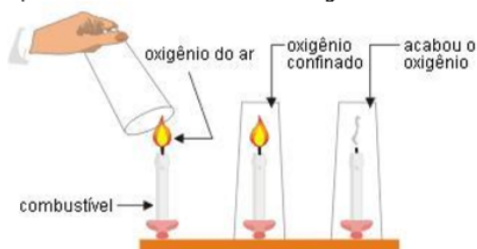
Preocupamo-nos em propor uma SEI, em que no processo de aquisição da aprendizagem dos conceitos científicos, o aluno tenha a possibilidade de pensar e elaborar suas próprias conclusões, partindo do que já sabe, o seu “conhecimento alternativo”, em direção ao que é próprio da comunidade e linguagem científica, utilizando para tal ferramentas culturais desta comunidade. Os estágios essenciais para a aprendizagem dos conceitos científicos são postulados por Del Corso (p. 28, 2015) como:

[...] engajamento em perguntas de orientação científica; a utilização de evidências para responder às questões; a formulação de explicações a partir de evidências; a avaliação das explicações à luz de alternativas científicas e a justificação e comunicação das explicações propostas.

Em relação aos recursos culturais que podem ser modelos explicativos, adotam-se diferentes formas que podem ser representadas pelos estudantes. Por exemplo, na atividade III em que se busca o entendimento do processo de combustão e da relação entre combustível e comburente para a geração de energia, para a inserção dos estudantes no *layout* do padrão de argumento de Toulmin – TAP, Del-Corso (2015) sugere e chama de adaptação o elemento Dado (D) para dado que, Justificativa para por conta de e Conclusão (C) para conclui-se que, conforme pode ser observado na Figura 3. Outro exemplo de recurso cultural que pode ser adotado é o desenho, utilizado como forma de esquematizar a dedução de um fenômeno científico.

**Figura 3.** Layout do padrão de Argumento de Toulmin – TAP adaptado.

Vejam os o experimento demonstrativo a seguir:



Disponível em: [http://www.educabras.com/media/entudo\\_img/upload/aula/\\_2390\\_24.gif](http://www.educabras.com/media/entudo_img/upload/aula/_2390_24.gif) Acesso em: 07. Mai. 2019

**Agora, construa um argumento em relação ao fenômeno ocorrido no experimento.**

DADO QUE:

---



---



---

CONCLUI-SE QUE:

---



---



---

POR CONTA DE:

---



---



---

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2019.

### 5.3 Desenvolvimento da sequência

A SEI sobre a temática “Seres vivos e Energia”, foi desenvolvida em uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental, durante o ano letivo de 2019 de uma Escola Pública Estadual da cidade de Gararu-SE, situada entre o Sertão de Sergipe e Alagoas.

A SEI foi construída e aplicada pelo próprio pesquisador durante o período de junho a julho, em 11 aulas, considerando que em algumas aulas e momentos, o docente titular da disciplina, realizou atividades paralelas como revisão e avaliação da aprendizagem de conteúdos anteriores e houve a culminância de outros projetos escolares, a intervenção não ocorreu em aulas sequenciais.

Os momentos foram gravados em vídeo pelo pesquisador, do início da primeira atividade até a produção dos relatórios finais. O docente titular não interferiu no desenvolvimento da sequência, qualificando o pesquisador como titular da sala e responsável por toda a condução da discussão e desenvolvimento do conteúdo da SEI que estava em consonância com o currículo escolar.

Todas as atividades foram desenvolvidas nas dependências da escola, a saber: na sala de aula e no laboratório de ciências.

No desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa - SEI, mobilizamos os estudantes a trabalharem de forma individual em seus modos interpretativos e explicativos, ao mesmo tempo que estabelecemos um espaço social, de discussão coletiva na qual possibilitou-se a negociação de explicações e argumentações *in locus*.

Almejamos que os estudantes aprendessem a partir de suas concepções prévias e das dos seus colegas, por isso, estimulou-se as interações discursivas e deu-se espaço para o discurso dos estudantes, configurando o pesquisador como mediador capaz de proporcionar o avanço do conteúdo científico.

O desenvolvimento da sequência baseou-se no ciclo investigativo proposto por Pedaste *et al.* (2015), no qual se propõe fases e subfases que estruturam a aprendizagem baseada em investigação. O Quadro 5 sintetiza as fases e subfases presentes em cada atividade desenvolvida.

A fase de *discussão* e suas subfases: *comunicação* e *reflexão* são consideradas em todo o processo de desenvolvimento da SEI. Outro ponto é que se tratando de um ciclo, o mesmo não obedece a uma sequência lógica e hierárquica ao longo do desenvolvimento da SEI.

Quadro 5 – Descrição da presença de fases e subfases que compõem o ciclo investigativo de PEDASTE *et al.* (2015) na Sequência de Ensino Investigativa – SEI.

| Atividade | Fase                                       | Subfase   |
|-----------|--|---|
| I         | Orientação e Conceitualização              | Orientação, Questão e Hipóteses.  |
| II        | Conceitualização                           | Questão e Hipóteses.  |
| III       | Conceitualização, Investigação e Conclusão | Questão, Hipóteses, Experimentação, Interpretação de dados e Conclusão.   |
| IV        | Investigação e Conclusão                   | Interpretação dos dados e Conclusão.                                      |
| V         | Orientação e Conceitualização,             | Orientação, Questão e Hipóteses.  |
| VI        | Orientação e Conceitualização              | Orientação, Questão e Hipóteses.  |
| VII       | Conceitualização, Investigação e Conclusão | Questão, Hipóteses e Experimentação, Interpretação dos dados e Conclusão. |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

O Quadro 6 detalha os objetivos e intenções do pesquisador, bem como a descrição das atividades realizadas no desenvolvimento da SEI.

Quadro 6 – Objetivos do pesquisador e descrição das atividades realizadas durante o desenvolvimento da SEI.

| Atividade | Objetivos | Estratégias didáticas |
|-----------|-----------|-----------------------|
|-----------|-----------|-----------------------|

|     |   |   |
|-----|---|---|
| I   | Promover inquietação;<br>Realizar levantamento de concepções prévias sobre energia e ser vivo.  | Apresentação da questão central “Como ocorre o processo de produção de energia na Terra para que todos os Seres vivos a obtenha e nunca falte?”;<br>Geração de questões e hipóteses.  |
| II  | Promover discussão sobre obtenção de energia dos seres vivos.   | Conceitualização sobre a obtenção de alimentos dos seres vivos;<br>Discussão sobre combustão para obtenção de energia.  |
| III | Sugerir relação entre ar e obtenção de energia;<br>Exemplificar o processo de combustão;<br>Realizar experimento demonstrativo;<br>Promover a conclusão e interpretação sobre combustão;<br>Promover a produção de argumentos.  | Discussão sobre o ar e a obtenção de energia;<br>Discussão sobre combustão;<br>Realização de experimentação sobre combustão da vela;<br>Apresentação do <i>Layout</i> implícito de argumentação;<br>Interpretação do experimento;<br>Produção de argumentos pelos estudantes; |
| IV  | Promover a relação entre o Sol e a geração de energia e manutenção da vida;<br>Promover a interpretação dos dados;<br>Estimular a produção de representações gráficas.  | Discussão sobre a importância do Sol para a Terra;<br>Produção de esquemas explicativos;<br>Conclusão sobre a importância do sol para a vida na Terra.  |
| V   | Conceituar fotossíntese e fluxo de energia;<br>Exemplificar o processo de fotossíntese;<br>Promover a relação entre reação química e fotossíntese.  | Discussão sobre o processo de fotossíntese;<br>Realização de atividade sobre reagentes e produtos da fotossíntese.  |
| VI  | Conceituar respiração celular;<br>Promover a relação entre produção de gás oxigênio e respiração celular;<br>Exemplificar o processo de respiração celular;<br>Promover a relação entre reação química e respiração celular;<br>Promover a discussão sobre as diferenças entre fotossíntese e respiração celular. | Discussão sobre respiração celular e a utilização do gás oxigênio;<br>Realização de atividade sobre reagentes e produtos da respiração celular;<br>Diferenciação de fotossíntese e respiração em seres fotossintetizantes.  |
| VII | Propor a realização de experimento sobre fotossíntese;<br>Promover o levantamento e teste de hipóteses;<br>Discutir os resultados encontrados;<br>Promover a produção de relatórios científicos;<br>Promover a conclusão de questões sobre fotossíntese e respiração celular na obtenção de energia.              | Realização do experimento e discussão sobre fotossíntese e respiração celular;<br>Discussão sobre as variáveis encontradas nos experimentos;<br>Realização de relatório científico em grupos.   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2020.

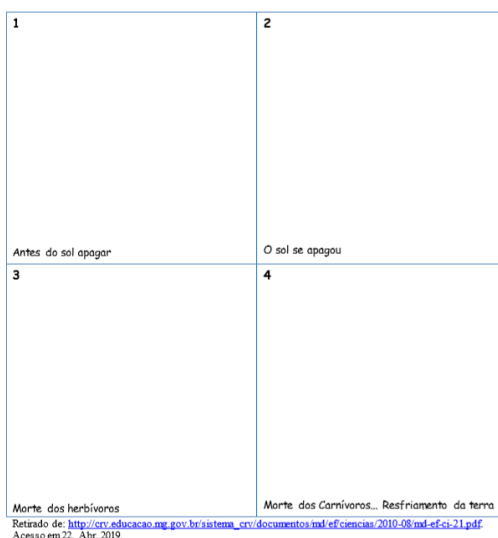
Na Atividade I foram promovidas inquietações e o levantamento de concepções alternativas com as perguntas: De onde será que vem a fonte de toda a energia que os seres vivos necessitam? O que todo ser vivo precisa fazer para funcionar? Como essa energia é utilizada? Ela pode ser reaproveitada? Ela acaba? Nesta atividade, iniciamos a fase de *Orientação e Conceitualização*, havendo o desenvolvimento das subfases de *questionar* e *gerar hipóteses*.

Na Atividade II buscamos realizar o processo de conceitualização sobre a obtenção de energia e sobre combustão. Nessa atividade foi contemplada a fase de *conceitualização*.

Na Atividade III fomentamos tanto a investigação científica como a argumentação científica, nela destacam-se a presença das fases de *Investigação* e *Conclusão*.

Considerando os diferentes recursos culturais para explicar modelos na ciência, na Atividade IV foi solicitado aos estudantes a produção de esquemas que representassem a sequência do fenômeno explicitado no texto da atividade, apresentando a subfase de *interpretação dos dados e conclusão*. ( Figura 4)

**Figura 4.** Atividade IV para a construção de esquemas da sequência do fenômeno científico.



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2019.

Consideramos que as Atividades V e VI, constituem-se de atividades majoritariamente conceituais e deram suporte junto às atividades anteriores para o

desenvolvimento da Atividade VII, realizada no laboratório de ciências e configurando-se como atividade prática experimental.

Durante todo o ciclo investigativo, estivemos em discussão aberta, comunicando novos resultados, modelando explicações e refletindo.

A atividade VII caracterizada como experimental e como última atividade da SEI se deu da seguinte forma: iniciou com a pergunta “O que acontece com a exposição da Elodea sp. a luz solar?” e foi realizada de forma prática no laboratório de ciências. Essa atividade mostra interdependência conceitual das demais atividades e buscou num processo explícito de investigação, a conclusão da SEI. Ao final da Atividade e final da SEI, pediu-se a elaboração do relatório científico em grupos a partir da comanda abaixo (Figura 5).

**Figura 5.** Comanda para a construção do relatório científico.

#### **Procedimentos para realização do relatório:**

*Pergunta:* O que acontece com a exposição da Elodea sp. a luz solar?

*Metodologia:* descrição detalhada dos materiais e dos procedimentos realizados para coleta e produção dos dados.

*Resultados:* descrição dos resultados encontrados na forma que o grupo acha mais representativo daquilo que foi observado empiricamente (desenhos, fotos, tabelas, gráficos, símbolo, etc.).

*Interpretação:* explicação, baseada em conhecimento empírico ou teórico, de todos os resultados encontrados.

Retirado de: DEL-CORSO, T.M., Indicadores de alfabetização científica, Argumentos e Explicações – Análise de Relatórios no Contexto de uma Sequência de Ensino Investigativo. 2014, 389p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

**Fonte:** Adaptado pelo autor, 2019.

## **5.4 Procedimentos de análise**

Foram seguidos os procedimentos de análise proposto por Del-Corso (2015) realizando adaptações à nossa pesquisa, quando necessário. O primeiro procedimento de análise consistiu na leitura na íntegra dos cadernos de atividades e dos relatórios científicos. A leitura de ambos visou entender as respostas e se as mesmas apresentavam plausibilidade, sem a pretensão de identificar indicadores. De acordo com Del-Corso (2015, p. 34), “a intenção é familiarizar-se” com as produções escritas.

O segundo procedimento de análise foi a seleção de episódios a partir da gravação de vídeos durante o desenvolvimento da SEI, foi feita a transcrição de seis episódios como sendo nosso terceiro dado para análise.

Os nomes dos estudantes são fictícios em todos os dados, tal estratégia será utilizada com o objetivo de manter a preservação de identidade de cada um.

Utilizamos diferentes unidades de análise para cada dado analisado. Para os cadernos de atividades, a unidade de análise foi a resposta à cada pergunta contida em cada atividade.

Já para os relatórios que estão divididos em tópicos e foi composto por: pergunta, metodologia, resultados e interpretações, Del-Corso (2015, p.34) sugere definir a unidade de análise como sendo as marcas, “que pode se referir a um parágrafo” se tratando de um texto corrido produzido pelos estudantes.

Para a transcrição dos discursos orais, a unidade de análise se deu pela utilização dos turnos de fala. A partir dos episódios, que é uma adaptação da definição de evento na etnografia interacional e se trata de um segmento do discurso de um conteúdo temático, tarefas ou fases de atividade, de acordo com Mortimer *et al.* (2007) analisamos os turnos de fala.

Após a constituição das unidades de análise de todos os dados, tomamos como procedimento a identificação dos Indicadores de Alfabetização Científica: *Seriação de informações, Organização de informações, Classificação de informações, Raciocínio lógico, Raciocínio proporcional, Levantamento de hipóteses, Teste de hipóteses, Justificativa, Previsão, Explicação*, obedecendo aos critérios e a descrição proposta por Sasseron (2008).

Sasseron (2008) em sua tese, além de definir os indicadores de AC, os classificou em três grandes grupos: **Grupo 1** relacionado ao trabalho direto com os dados empíricos; **Grupo 2** relacionado à estruturação do pensamento e a construção de um raciocínio lógico e objetivo e **Grupo 3** ligado ao entendimento da situação analisada. Neste último, também encontramos relação com os indicadores de Argumentação.

Reconhecemos que a presença do **Grupo 1**, na qual estão os indicadores: *seriação de informações, organização de informações e classificação de informações* é recorrente quando há procedimento experimental e/ou exploratório.

Já para a identificação de indicadores de Argumentação, consideraremos o *layout* do modelo TAP (1958/2006) com adaptações para *Dado* (D) e para *Garantia* (W) e *Apoio* (B) (Figura 6).

**Figura 6.** Adaptações a partir do layout de Toulmin.

| Descrito por<br>Toulmin<br>(1958) | Adaptações                 |                             |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Dado (D)                          | <i>Dado fornecido (DF)</i> |                             |
|                                   | <i>Dado observado (DO)</i> | <i>Dado empírico (DE)</i>   |
|                                   |                            | <i>Dado hipotético (DH)</i> |
| Garantia (W)                      | <i>Justificativa</i>       |                             |
| Apoio (B)                         |                            |                             |

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2019.



## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No tópico anterior apresentamos como foram desenvolvidos os procedimentos de análise dos dados, tanto no que tange aos indicadores de Alfabetização Científica quanto aos indicadores de Argumentação.

Caracterizamos nossa SEI como uma sequência de atividades coordenadas dentro da unidade temática “Energia e seres vivos”. Buscamos múltiplos objetivos de aprendizagem científica para a mesma, o que acabou contemplando no desenvolvimento de diversos conteúdos.

As atividades investigativas propõem aos estudantes a resolução de uma situação problemática, na qual, geralmente é tratado um problema experimental ligado diretamente ao processo de investigação, ao final das realização das atividades propostas na SEI, esperamos que os estudantes responda a questão central **“Como ocorre o processo de produção de energia na Terra para que todos os Seres vivos a obtenha e nunca falte?”**.

Corroborando Pedaste e colaboradores (2015), não há umas atividades em nossa SEI mais importante que outras, e as fases não obedecem hierarquia. O que percebemos mediante análise preliminar dos dados é que, atividades que apresentam o processo de investigação induzem os estudantes ao “estabelecimento de explicações sobre fenômenos em estudo, buscando justificativas para torná-las mais robustas e estabelecendo previsões delas advindas” (SASSERON, 2015, p. 57) podendo fornecer subsídios para o processo de Alfabetização Científica.

Diante disso, a aplicação da SEI, moldada pelo ensino por investigação, inseriu os estudantes em processos de desenvolvimento e condução de investigações científicas e de argumentação.

Análogo ao trabalho científico em que os cientistas durante o processo de construção do conhecimento científico buscam modelos, justificam e persuadem, as atividades correspondentes a SEI, visando a aprendizagem científica, apresentam similaridade em relação ao trabalho científico, entretanto, com objetividades distintas.

As etapas gerais que buscamos evidenciar na análise de episódios das atividades foram: geração de situação-problema, construção de hipóteses e testes, interpretação e discussão dos resultados, comunicação e argumentação.

## 6.1 As atividades analisadas

Como recorte, selecionamos dentre as sete atividades propostas, as atividades I, III, IV e VII, pelo fato da atividade I apresentar o levantamento das concepções prévias, sendo nosso ponto inicial de análise e nossa busca se há e como ocorre o raciocínio lógico, ou seja, o modo como as ideias e os conceitos são colocados.

As demais atividades (III, IV e VII) foram selecionadas por apresentarem explicitamente a fase de *investigação* (Quadro 5), entendendo que nessa fase, há pluralidade de estratégias didáticas, utilização de linguagem científica e elocuições.

Nas atividades, cada estudante da turma recebeu uma cópia da SEI (Apêndice B) e a leitura das atividades foi feita em voz alta pelo pesquisador, a cada parágrafo ou a cada nova informação, a leitura era interrompida e iniciava-se discussão com a turma.

### Atividade I

Nesta atividade buscou-se o levantamento de concepções prévias, o estímulo a curiosidade dos estudantes e a construção de questionamentos a partir das fases de *orientação, conceitualização e discussão*.

A atividade foi iniciada pelo pesquisador explicando que iriam realizar uma sequência de atividades para chegar a uma resposta em relação a “De onde que vem a energia que os seres vivos consomem? Como os seres vivos utilizam essa energia? E “O que tem a ver energia e seres vivos?”

A contextualização se deu a partir do texto: Para funcionar, todo organismo vivo consome energia. Mesmo quando está parado ou dormindo gasta-se energia, pois o organismo não pode parar! (Apêndice B).

A atividade proposta não apresentou um problema geral, entretanto, partiu das questões, inicialmente inconclusivas, mobilizando os alunos na busca de respostas. Dessa forma, destacamos na SEI a ação de problematizar, a qual consideramos fundamental para a possível constituição do problema, para promover a inquietação dos estudantes e para a elaboração de questões e hipóteses.

De acordo com Carvalho (2013), todo processo de investigação exige um problema. Motokane (2015) acrescenta que tal problema instiga, estimula e provoca os alunos a participarem da resolução.

Retomando a pergunta inicial da SEI, os estudantes coletivamente indicaram em suas respostas diferentes fatores abióticos e bióticos para a pergunta sobre de onde vem a fonte de energia que os seres vivos consomem.

Eles apresentaram apenas elementos acerca do tema.

A figura 7 apresenta a nuvem de palavras elaborada a partir das respostas à primeira pergunta da Atividade I.

Figura 7. Word Cloud (Nuvem de Palavras) sobre “De onde vem a fonte de toda energia que os seres vivos consomem?”



**Fonte:** Elaborado pelo autor no site: <https://www.mentimeter.com>, 2020.

Todos os estudantes indicaram dois ou mais elementos em suas concepções alternativas<sup>4</sup> ou “prévias”, para elucidar a pergunta científica. As respostas denotaram palavras que fazem parte do contexto de significados para responder a pergunta, ou seja, apesar de não haver indicação exata na maioria das respostas, o conjunto de palavras apresentadas deveria estar presente na utilização de uma explicação mais elaborada.

Logo após este momento foi iniciada pelo pesquisador uma discussão sobre as características gerais dos seres vivos, cujos elementos foram obtidos a partir da transcrição, dos discursos orais, e mostram as concepções prévias dos estudantes.

Tal discussão, apresentada resumidamente no Quadro 6, intercalou algumas falas do pesquisador e dos estudantes, e iniciou com ideias da biologia. Porém a partir do turno 17, um estudante trás uma ideia da física, a qual o pesquisador aproveita, para tornar a discussão interdisciplinar.

<sup>4</sup> Chamamos de Alternativas porque são as concepções que os estudantes têm para explicar o conceito científico, ou seja, alternativo ao científico.

Quadro 6 - Transcrição dos turnos 1 a 44 da atividade I e episódio 1

| Turno | Fala transcrita  |
|-------|--|
| 1     | <b>Pesquisador:</b> Quando a gente fala de todos os seres vivos que têm na Terra, a gente não está falando só daqueles que a gente conhece e que são grandes, né? A gente tá incluindo quem como seres vivos também?   |
| 2     | <b>A1:</b> Os animais  |
| 3     | <b>Pesquisador:</b> Além dos animais?  |
| 4     | <b>A2:</b> As plantas  |
| 5     | <b>Pesquisador:</b> As plantas, o que mais?  |
| 6     | <b>A1:</b> A água  |
| 7     | <b>Pesquisador:</b> A água também é um ser vivo?   |
| 8     | <b>Estudantes:</b> Não!  |
| 9     | <b>Pesquisador:</b> Por que a água não pode ser considerada um ser vivo?   |
| 10    | <b>A1:</b> E porque ela não tem vida!  |
| 11    | <b>A2:</b> Ela é um fator biótico ou abiótico! Ela é abiótico!   |
| 12    | <b>Pesquisador:</b> E o que é um abiótico?   |
| 13    | <b>A2:</b> Coisas que não tem vida!  |
| 14    | <b>Pesquisador:</b> Mas por quê que caracteriza-se ela como algo que não tem vida? Tem que ter algumas características ou componentes pra tornar ela com vida. Todos os seres vivos teriam esses componentes! Que componentes seriam esses? O que é que todo ser vivo tem que compartilha igualmente com todos os outros? O que é que um rato tem e um elefante tem igual? |
| 15    | <b>A2:</b> Diferenças.   |
| 16    | <b>A1:</b> As pernas.  |
| 17    | <b>A3:</b> Porque o rato pesa 1kg e o elefante pesa 30!  |
| 18    | <b>Pesquisador:</b> A quantidade de massa que é em Kg, vai ser diferente no rato e no elefante. E isso é referente a quantidade de que, que tem em cada um deles?  |
| 19    | <b>A4:</b> Peso!   |
| 20    | <b>Pesquisador:</b> E que faz eles serem maiores e os outros menores. O quê?   |
| 21    | <b>A5:</b> E o alimento.   |
| 22    | <b>A3:</b> E a gordura.  |
| 22    | <b>Pesquisador:</b> E a quantidade de que?   |
| 23    | <b>A1:</b> Massa.  |
| 24    | <b>Pesquisador:</b> De células né pessoal? Uma coisa que vai diferenciar o que é um ser vivo do que não é ser vivo é principalmente ele ser constituído de?  |
| 25    | <b>Estudantes:</b> Células!  |
| 26    | <b>Pesquisador:</b> Todo ser vivo ele precisa ser constituído de células! O que não tem vida, não é constituído de células. Então, uma pedra ela não tem constituição de células, então isso já é uma característica que vai diferenciar ela dos seres vivos.  |

|    |  |
|----|--|
|    | Então, nessa questão que os seres vivos precisam funcionar e que eles precisam realizar atividades... Aí tem a outra pergunta que diz o seguinte:  |
| 27 | <b>A2:</b> o que todo ser vivo precisa fazer para funcionar?   |
| 28 | <b>A1:</b> Beber Água, comer!  |
| 29 | <b>Pesquisador:</b> Daí vocês vão colocar, o que vocês acham que os seres vivos, incluindo a gente precisa para funcionar. Uma máquina, um relógio eles precisam de quê pra funcionar?   |
| 30 | <b>A6:</b> Das pilhas!   |
| 31 | <b>A2:</b> Precisa do motor!   |
| 32 | <b>A7:</b> Precisa de combustível!   |
| 33 | <b>Pesquisador:</b> Quem a máquina ou o ser humano? O ser vivo também precisa de combustível?  |
| 34 | <b>A8:</b> Não!  |
| 35 | <b>A9:</b> Precisa!  |
| 36 | <b>A1:</b> Precisa da água, comida!  |
| 37 | <b>Estudantes:</b> Murmurinhos...  |
| 38 | <b>Pesquisador:</b> O que é que vocês acham que vocês precisam pra funcionar, pra se manter vivos? Quando a gente realiza uma atividade física, a gente tá gastando energia ou está obtendo energia? Quando a gente termina a atividade a gente vai tá com mais vontade ou mais desgaste físico? |
| 39 | <b>Estudantes:</b> Desgaste!   |
| 40 | <b>Pesquisador:</b> Então a gente teve?  |
| 41 | <b>A10:</b> Uma perda de energia!  |
| 42 | <b>Pesquisador:</b> A gente teve um consumo de energia! Como o nosso corpo utilizou a energia?   |
| 43 | <b>A1:</b> Na movimentação!  |
| 44 | <b>A11:</b> Fazendo muito exercício!   |

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2020.

Corroborando Briccia (2013), em sua síntese sobre o conhecimento científico no ensino de ciências, na qual aponta o estabelecimento de relações entre as disciplinas e os conhecimentos. Acrescentamos que, o próprio componente curricular exige competências interdisciplinares e que, na maioria das vezes, as situações didáticas, carecem de interdisciplinaridade em relação ao núcleo da própria área das ciências naturais e de contextualização na perspectiva do cotidiano.

Em continuidade, a partir do turno 26 o pesquisador tenta realizar a aproximação entre o conteúdo e a experiência pessoal dos estudantes. Essa aproximação pode ser exemplificada pelos turnos de 26 a 29:

**Pesquisador:** - [...] Aí tem a outra pergunta que diz o seguinte: (t. 26)

**A2:** - O que todo ser vivo precisa fazer para funcionar? (t. 27)

**A1:** - *Beber Água, comer!* (t.28)

**Pesquisador:** - *Daí vocês vão colocar, o que vocês acham que os seres vivos, incluindo a gente precisa para funcionar. [...]* (t. 29)

Do ponto de vista construtivista, é necessário organizar o mundo das experiências do indivíduo (MATTHEWS, 1994) fazendo a aproximação do mesmo com o objeto de aprendizagem.

Acrescentamos que, o fato das questões serem “abertas” abre espaço para a promoção das interações discursivas e torna a aula majoritariamente dialogada, o que consideramos favorecer o processo de AC.

Após a análise destes dados, consideramos que na implementação da atividade, houve necessidade da contextualização na perspectiva do cotidiano. Diante disso, como melhoria no desenvolvimento da SEI, sugerimos a elaboração de uma pergunta central em que se questionasse o que eles precisam para “se manter vivos”.

No intuito de identificar os indicadores de AC e de Argumentação foram analisados os turnos do Quadro 6. No turno 1, o pesquisador apresenta perguntas sobre quem são os seres vivos. Acreditamos que o indicador “**Seriação de Informações**” presente no **Grupo 1**, aquele relacionado diretamente aos dados empíricos esteve presente quando os estudantes indicaram “Os animais” “As plantas”, e “A água”. Este indicador surge quando se inicia a ação investigativa, na qual é apresentada uma lista de dados ou uma relação dos dados (SASSERON, 2008).

Já a partir do turno 9 que vai até o 13, quando o pesquisador questiona o fato de elencar a água como ser vivo, os estudantes apresentam uma sequência de **Raciocínio Lógico** coconstruído:

**Pesquisador:** *Por que a água não pode ser considerada um ser vivo?* (t. 9)

**A1:** *É porque ela não tem vida!* (t. 10)

**A2:** *Ela é um fator biótico ou abiótico! Ela é abiótico!* (t. 11)

**Pesquisador:** *E o que é um abiótico?* (t. 12)

**A2:** *Coisas que não tem vida!* (t. 13)

Nos turnos 38 a 41 também identificamos outra sequência de **Raciocínio Lógico** pelos estudantes:

**Pesquisador:** *[...] Quando a gente termina a atividade a gente vai tá com mais vontade ou mais desgaste físico?* (t. 38)

**Estudantes:** *Desgaste!* (t. 39)

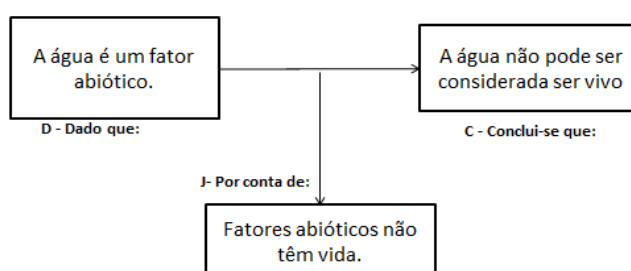
**Pesquisador:** *Então a gente teve?* (t. 40)

**A10:** *Uma perda de energia!* (t. 41)

O **Raciocínio Lógico** que “compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas” (SASSERON, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2008) está diretamente ligado à forma como o pensamento é exposto, fazendo parte do **Grupo 2** que está relacionado à estruturação do pensamento. Ainda no **Grupo 2**, no turno 17 a estudante apresenta a ideia de variáveis quando cita que a diferença entre dois organismos está relacionada à massa de ambos, entretanto, não acrescenta justificações ou explicações para sustentar sua ideia, portanto não consideramos que seja um indicador de **Raciocínio Lógico ou Proporcional**.

Ainda nos turnos 9 a 13, sinalizamos para a existência de uma **Justificativa** (presente no **Grupo 3**) ao fato da água não ser considerada ser vivo, quando o estudante **A1** diz: *É porque ela não tem vida!* e a estudante **A2** acrescenta: *Ela é abiótico!* E que abiótico são: “coisas que não têm vida!” fazendo uso de duas garantias para o que foi exposto.

Acreditamos aqui encontrar um **Argumento**, baseado no modelo de Toulmin (1958, 2006):



Entendemos a proposição acima como **Argumento**, mesmo que simples, pelo fato de, a partir de um dado fornecido (DF) sobre a condição da água, os estudantes apresentaram uma **Justificativa** de cunho teórico. Utilizam o conceito “abiótico” configurando um apoio (B) à garantia (W): “fatores abióticos não têm” Compondo a proposição de **Justificativa** (B+W).

O Quadro 7 apresenta as respostas elaboradas por escrito e individualmente sobre a segunda pergunta da atividade: O que os seres vivos precisam fazer para funcionar?

Quadro 7 – Respostas dos estudantes sobre o que todo ser vivo precisa fazer para funcionar.

| Ocorrência | Respostas  |
|------------|--|
| A1         | Ele precisa de muitas coisas para funcionar precisa do ar dos alimentos e água para funcionar o corpo do ser humano. |
| A3         | Se alimenta e bebe água  |
| A4         | Se alimenta e beber muita água e dormi bem   |
| A 5        | De alimentos de água de movimentação   |
| A 6        | Beber água, se alimenta e a luz do sol   |
| A 7        | Beber água, comer, a luz do sol,   |
| A 8        | Precisa se alimenta, beber muita água e fazer muito exercício.   |
| A 9        | Se alimenta de água e comida se movimenta  |
| A 10       | Se alimenta, a água o copustível e etc.  |
| A 11       | Bebe agua esse alimentos fazer exercício   |
| A 12       | Ele precisa de frutas, água e todos alimentos.   |
| A 13       | Da água, de comida, do sol.  |
| A 14       | Precisa de alimentação, agua, medicação  |
| A 15       | Bebe água e se alimentar fazer exercicio   |
| A 16       | Ele precisa de alimento, água etc...   |
| A 17       | Trabalha o organismo com a alimentação, trabalhar o corpo (movimentação) engerir água, precisa de oxigênio.          |
| A 18       | Precisa se alimentar, fazer exercicio, beber água, precisa de gás oxigênio para sobreviver.                          |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Foram buscados os indicadores de AC nos escritos presentes no Quadro 7. A identificação de elementos do **Grupo 1** foi encontrada, quando os estudantes listam os dados solicitados e organizam as informações derivadas das interações discursivas ocorridas. As atribuições características que os seres vivos precisam para funcionar até podem se configurar como suposições, e podemos classificar como **Levantamento de Hipóteses** presente no **Grupo 3**.

As respostas em caráter qualitativo se inserem no contexto de significados da temática desenvolvida e apresentam relação entre si. Percebemos que todos os estudantes indicam suposições utilizando conceitos e/ou processos científicos o que sugere a inserção dos mesmos em um pensamento científico e utilização de linguagem científica - LC para responder ao fenômeno estudado. Consideramos, portanto, que tal prática inserida na sala de aula até então, configura-se com a ideia de comunidade científica, similar à ciência “real”.



Conclui-se que a atividade I, tinha potencial de possibilitar a elaboração de questões e de levantamento de hipóteses sobre a temática central, porém pouco se observou sobre ações ou indicadores desta natureza.

### Atividade III

Na atividade anterior a essa, a atividade II, predominou a presença da fase de *Conceitualização*, na qual foram desenvolvidos os conceitos referentes à obtenção de alimento dos seres vivos, definição de compostos químicos e reação química e combustão.

Nesta Atividade existem as fases de *Conceitualização*, *Investigação* e *Conclusão* e as subfases de *Questão*, *Hipóteses*, *Experimentação*, *Interpretação de dados* e *Conclusão*.

O pesquisador iniciou a atividade III resgatando os conceitos desenvolvidos nas atividades anteriores, principalmente os relacionados à combustão. A pergunta desta atividade foi: O que o ar tem a ver com a obtenção de energia?

O Quadro 8 mostra as principais respostas escritas no caderno de atividades pelos estudantes sobre a pergunta central. Desconsideramos oito das 18 respostas por não apresentarem relação com a pergunta ou por estarem idênticas a outras respostas.

Os estudantes **A1**, **A2**, **A7**, **A8**, **A12**, **A17** e **A18**, fizeram associações do ar com o fornecimento ou existência do oxigênio e que sua falta poderia causar morte nos seres vivos, porém as respostas, fazendo uma análise geral da qualidade, apresentam confusões conceituais em suas explicações.

Há de considerar que, a pergunta se enquadra no que chamamos de levantamento de concepções prévias, uma vez que, se caracterizou como pergunta/tarefa inicial da atividade III, entretanto, esperou-se nas respostas que os alunos resgassem conceitos já trabalhados para tentar elaborar suas explicações sobre a situação colocada.

Quadro 8 – Respostas dos estudantes sobre o que o ar tem a ver com a obtenção de energia.

| Ocorrência | Respostas   |
|------------|---|
| <b>A1</b>  | Quando falta oxigênio para o ser humano respirar, se não tiver oxigênio a pessoa tem uma falta de ar e morre. |
| <b>A2</b>  | Porque tipo acende uma vela coloca um vaso em cima e daí o ar não teve  |

|            |   |
|------------|---|
|            | como circular e daí nós precisa do gás oxigênio pra sobreviver.   |
| <b>A4</b>  | Por que se acabar o ar os seres humanos não sobrevivem  |
| <b>A7</b>  | Porque quando oxigênio acaba a energia acaba acabou o oxigênio.   |
| <b>A8</b>  | O oxigênio é importante para sobrevivermos e respirarmos.   |
| <b>A12</b> | Quando a vela e o oxigênio para o ser humano respirar se não tiver oxigênio a pessoa tem uma falta de ar e morre.   |
| <b>A15</b> | Porque quando o combustível se apaga nós podemos morrer.  |
| <b>A16</b> | Porque ele dá energia a gente   |
| <b>A17</b> | Fornece oxigênio. E pode ajudar a realizar o combustível.   |
| <b>A18</b> | Porque quando ele acaba a pessoa morre por exemplo se colocar uma pessoa dentro de uma caixa e tampar ela vai morrer por o oxigênio que está dentro da caixa acaba e ela morre. |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Dos indicadores de AC que identificamos, o primeiro foi o **Raciocínio lógico** proveniente do pensamento exposto dos estudantes, presente no **Grupo 2**. Esse indicador supomos estar presente em **A1**, **A4**, **A8**, **A12** e **A18** quando se pensa em sucessões derivadas da falta de oxigênio.

O outro indicador é o de **Explicação**, presente no **Grupo 3**. Considerando que os estudantes já estariam relacionando informações já levantadas, esperou-se que as explicações ao longo das discussões recebessem maior autenticidade, corroborando Sasseron (2008).

Não foram identificamos **Argumentos** completos nos escritos do Quadro 8. O que podemos evidenciar é que há proposição de dados (D) e conclusões (C) ausentes de justificativas como no exemplo:



O *layout* do TAP sintetiza a principal ideia de respostas existentes em: **A1**, **A2**, **A4**, **A8**, **A12**, **A15** e **A18**. A ausência de **Justificativa** configura o *layout* a um *Explanandum* ou **Explicação** segundo Osborne e Patterson (2011), ou seja, há explicação do fenômeno de forma inteligível, porém não há justificativa da hipótese.

Em continuidade da atividade, esperou-se que os alunos fizessem a relação da presença de oxigênio com a obtenção de energia. Um ponto que reconhecemos limitante na proposição da atividade foi a pouca conectividade da pergunta central: “O que o ar tem a ver com a obtenção de energia?” com a explicação proposta sobre

reação química. Como sugestão, pode-se antecipar à SEI conceitos relacionados à incorporação do oxigênio em seres vivos.

O Quadro 9, apresenta o episódio 2 e dá continuidade a discussão sobre reação química na busca do entendimento sobre combustão.

É evidente o desencadeamento do **raciocínio lógico** até chegar à descrição dos reagentes ao final do episódio. Também entendemos que a ação do mediador, designada como movimentos epistêmicos (SILVA, 2015) na prática investigativa é o de tentar construir tal raciocínio para o avanço intelectual dos estudantes.

Consideramos ainda que, o processo de **explicação**, sendo outro indicador de AC, se apresenta ao longo da construção de ideias, reconhecendo, claro, os movimentos epistêmicos do pesquisador nessa construção.

Quadro 9 - Transcrição dos turnos 1 a 23 da atividade III e episódio 2

| Turno | Fala transcrita  |
|-------|--|
| 1     | <b>Pesquisador:</b> Para entendermos, precisamos voltar ao conceito de reação química. Uma reação química é quando acontece uma transformação do material. Então, eu expliquei, quando eu amasso algo, não é uma reação química! Mas se eu pegar esse papel e fazer o quê? |
| 2     | <b>A1:</b> Queimar!  |
| 3     | <b>Pesquisador:</b> Ele vai se transformar em outro material. Então, a queima aqui da combustão vai fazer com que se gere outro tipo de material. Que materiais foram esses?   |
| 4     | <b>A2:</b> A resina!   |
| 5     | <b>Pesquisador:</b> A resina derrete e se transforma em quê?   |
| 6     | <b>A3:</b> Líquido!  |
| 7     | <b>Pesquisador:</b> E depois?  |
| 8     | <b>A4:</b> Fica derretida!   |
| 9     | <b>A2:</b> Ela fica sólido!  |
| 10    | <b>Pesquisador:</b> A resina vai continuar todinha quando ela derrete? Parte dela se transformou em quê?   |
| 11    | <b>A5:</b> líquido.  |
| 12    | <b>Pesquisador:</b> Quando a gente acende, parte da...   |
| 13    | <b>A6:</b> Do fogo!  |
| 14    | <b>Pesquisador:</b> Do fogo, ocorre o quê? Calor e outra parte se transforma em quê? Por que a gente sente o cheiro?   |
| 15    | <b>A7:</b> Porque sai fumaça!  |
| 16    | <b>A3:</b> Porque está queimando.  |
| 17    | <b>Pesquisador:</b> Está se transformando em que também?   |

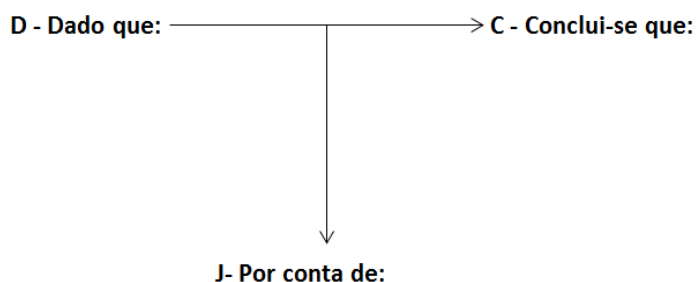
|    |  |
|----|--|
| 18 | <b>A6:</b> Em gás!   |
| 19 | <b>Pesquisador:</b> Algum tipo de gás que é o resultado da reação química. Então em uma reação química tem que haver transformação do material em um novo produto. Numa reação química se tem os reagentes que são as substâncias e o produto que é o resultado da reação. Então, quem seriam os reagentes na combustão da vela? |
| 20 | <b>A8:</b> O fogo!   |
| 21 | <b>Pesquisador:</b> Eu tenho combustível que seria a vela.   |
| 22 | <b>A6:</b> É o comburente que é o gás oxigênio.  |
| 22 | <b>Pesquisador:</b> A partir daí forma... Eu teria a formação de uma nova substância ou novo produto.  |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Nesta mesma atividade ocorreu o processo de experimentação, sobre o consumo de oxigênio, a partir da combustão da vela. Apenas o pesquisador manipulou os materiais. Vale ressaltar que tal momento da atividade se configurou como um processo de negociação de explicações e argumentações para o fenômeno ocorrido. Após esse processo, os estudantes realizaram de forma individual um argumento para explicitar o fenômeno.

Sá e colaboradores (2014) trabalhando com estudantes de nível superior sugerem explicar os elementos constituintes de um argumento, como forma de inserir os participantes da pesquisa num processo de argumentação. Del-Corso (2015) em sua pesquisa encontrou dificuldades para os estudantes do ensino médio construírem argumentos no modelo do TAP, mesmo que constando apenas Dado-Justificativa-Conclusão. Com isso, ele sugere modificações nos termos para a inserção dos estudantes no *Layout*.

Figura 8. *Layout* do Padrão de Argumento de Toulmin adaptado proposto por Del-Corso (2015)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

O Quadro 10 apresenta os argumentos elaborados pelos estudantes após a realização e discussão do experimento. Como resultados, foram elaborados argumentos completos contendo D-J-C em maior prevalência, e outros contendo dois ou apenas um elemento, sendo considerados incompletos. Apenas o estudante **A12** não apresentou em seu *layout* elementos que se configurassem como argumento.

No aspecto conceitual, todos os estudantes, exceto **A12** apresentaram as bases por meio das quais se compreendeu a situação, algo característico do **Grupo 1** dos Indicadores de AC; apresentaram construção de ideia lógica e objetiva, característico do **Grupo 2** e entendimento da situação, característico do **Grupo 3**.

Para Sasseron (2008), se bem estruturada a ideia de relação entre os grupos de indicadores de AC, os estudantes perceberão a relação entre os fenômenos do mundo natural e a ação humana sobre ele.

Quadro 10 – Argumentos elaborados pelos estudantes sobre a combustão da vela.

| Ocorrência | Dado  | Justificativa                      | Conclusão  |
|------------|---|------------------------------------|--|
| <b>A1</b>  |   | Por falta de oxigênio.             | A vela ao colocar o copo de vidro ela irá apagar.  |
| <b>A2</b>  | Primeiro a vela acendeu, depois que colocou o vaso ela se apagou. | Falta de um comburente.            | Ela se apaga.  |
| <b>A3</b>  | Quando coloca o vidro a vela apagou.                              |                                    | Acabou o oxigênio  |
| <b>A4</b>  | Ao colocar o vidro a vela se apagou.                              | O comburente acabou.               |  |
| <b>A5</b>  | Ao colocar o copo a vela se apagou.                               |                                    | Acabou o oxigênio  |
| <b>A6</b>  | A vela ao colocar o vidro ela apagou.                             | O vidro e a falta do gás oxigênio. | Com a presença do vidro a vela se apaga por causa que o gás oxigênio que é o comburente acaba. |
| <b>A7</b>  | A vela se apagou quando colocou o vaso.                           | O gás oxigênio acabou.             | Quando acaba o comburente a vela se apaga.   |
| <b>A8</b>  | O vidro sob a vela faz com que ela apague.                        |                                    | Por falta de oxigênio.   |
| <b>A9</b>  | A vela apagou ao colocar o vidro.                                 | Por falta de oxigênio.             | Colocando o vidro a vela apaga porque acaba o oxigênio.  |

|            |  |   |  |
|------------|--|---|--|
| <b>A10</b> |  |   | Com a presença do vidro, a vela se apaga por causa que o gás oxigênio que é o comburente acaba por causa da presença do vidro. |
| <b>A11</b> | Quando coloca o vidro a vela se apaga.                       |   | Porque acabou o oxigênio.  |
| <b>A12</b> |  |   |  |
| <b>A13</b> | Ao colocar o vidro a vela apagou.                            |   | Acabou o oxigênio.   |
| <b>A14</b> | Quando coloca o vidro a vela se apaga por falta de oxigênio. |   |  |
| <b>A15</b> | A vela se apagou ao colocar o vidro.                         | Se não tem comburente a vela não vai queimar.           | A vela se apagou porque o oxigênio acabou.   |
| <b>A16</b> |  |   | A vela se apaga porque o oxigênio acabou.  |
| <b>A17</b> | A vela ao colocar o vidro ela não recebe mais comburente.    | Da falta de comburente.                                 | Ao faltar o comburente (oxigênio) o fogo presente na vela acaba.   |
| <b>A18</b> | A vela ao colocar o vidro ela apagou.                        | Por conta do vidro e falta de gás oxigênio vela apagou. | Com a presença do vidro a vela se apaga por causa que o gás oxigênio que é o comburente, acaba.                                |

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2020.

O Quadro 11 mostra os tipos de argumentos elaborados pelos estudantes. Houve prevalência de argumentos completos (38,8%), o que denota existir entendimento dos estudantes em relação ao *layout* de argumentação e em relação à situação didática.

Quadro 11 – Tipos de argumentos elaborados pelos estudantes sobre a combustão da vela.

| <b>Elementos</b>     | <b>Ocorrência</b>                     | <b>Porcentagem</b> |
|----------------------|---------------------------------------|--------------------|
| <i>D-J-C</i>         | <b>A2, A6, A7, A9, A15, A17 e A18</b> | <b>38,8%</b>       |
| <i>D-C</i>           | <b>A3, A5, A8, A11 e A13</b>          | <b>27,7%</b>       |
| <i>C</i>             | <b>A10 e A16</b>                      | <b>11,1%</b>       |
| <i>D-J</i>           | <b>A4</b>                             | <b>5,5%</b>        |
| <i>J-C</i>           | <b>A1</b>                             | <b>5,5%</b>        |
| <i>D</i>             | <b>A14</b>                            | <b>5,5%</b>        |
| <i>Sem elementos</i> | <b>A12</b>                            | <b>5,5%</b>        |

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2020.

Diante disso, consideramos que a inserção de atividades como essas, de construção de argumentos, estimulam os estudantes a justificarem alegações e favorece na efetivação da aprendizagem e possibilita o aluno pensar criticamente.

#### **Atividade IV**

A atividade IV apresentou a fase de *Investigação* e a subfase de *Interpretação dos dados*.

Nesta atividade utilizou-se de um texto de divulgação científica sobre o que aconteceria se o Sol se apagasse de repente. O texto com características explicativas indicava os fenômenos que vinham a acontecer mediante o evento.

Na atividade foram abordados conceitos de energia luminosa e fluxo de energia.

Foi solicitado aos estudantes que eles fizessem um esquema representativo dos eventos descritos no texto.

Dos 18 esquemas elaborados apenas um não foi analisado pelo fato de estar incompleto, totalizando 17 (100%) esquemas.

Para a análise levou-se em consideração a coerência dos esquemas em relação à sucessão de eventos que pudessem ser descritos no texto.

O Quadro 11 indica o percentual de esquemas satisfatórios e insatisfatórios dos quatro eventos esquematizados.

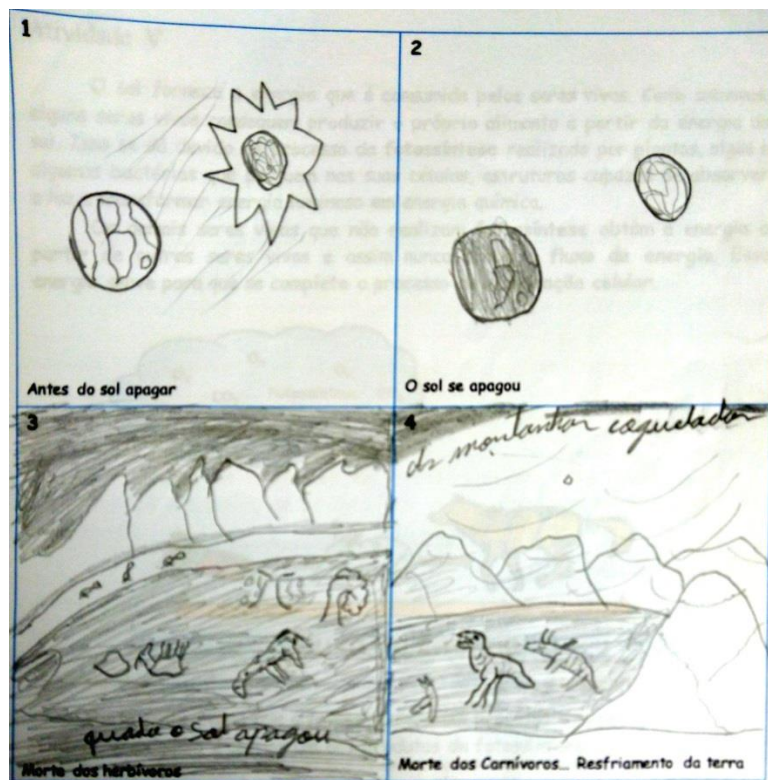
Destaca-se que 100% dos esquemas da atividade sobre o evento 1 foi satisfatório, adiante nas previsões, os alunos demonstraram menor domínio nas representações (Quadro 12).

Quadro 12 – Percentual de satisfação em relação aos esquemas elaborados pelos estudantes sobre a sequência de eventos após o sol apagar

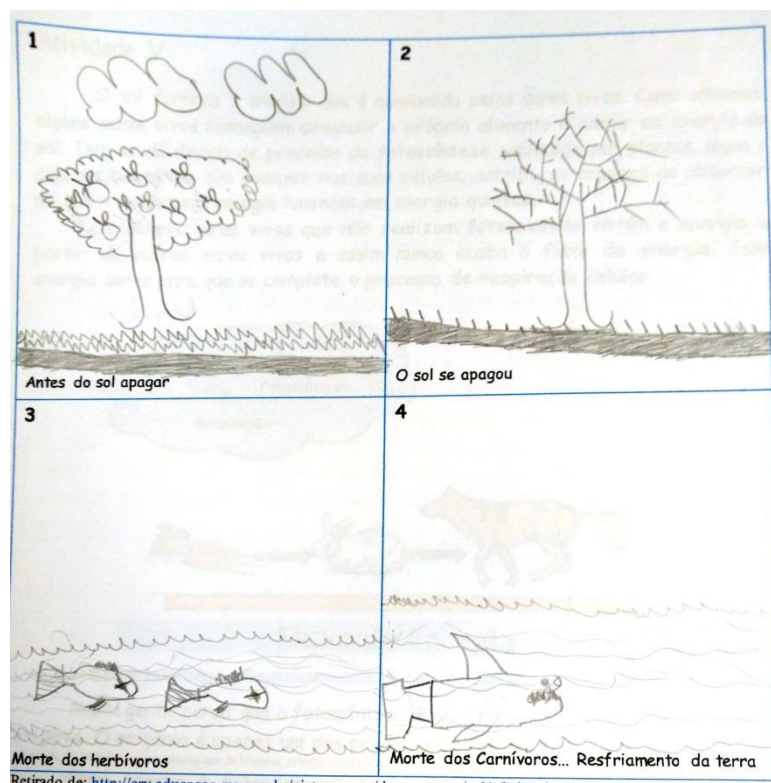
| <b>Evento</b>   | <b>Satisfatório</b> | <b>Insatisfatório</b> |
|---|---------------------|-----------------------|
| <b>1-Antes do Sol apagar</b>                            | <b>100%</b>         | <b>0%</b>             |
| <b>2-O sol se apagou</b>                                | <b>83,3%</b>        | <b>17,6%</b>          |
| <b>3-Morte dos Herbívoros</b>                           | <b>64,7%</b>        | <b>35,2%</b>          |
| <b>4-Morte dos carnívoros... Resfriamento da Terra.</b> | <b>64,7%</b>        | <b>35,2%</b>          |

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2020.

Destacamos três dos 17 esquemas produzidos pelos estudantes:

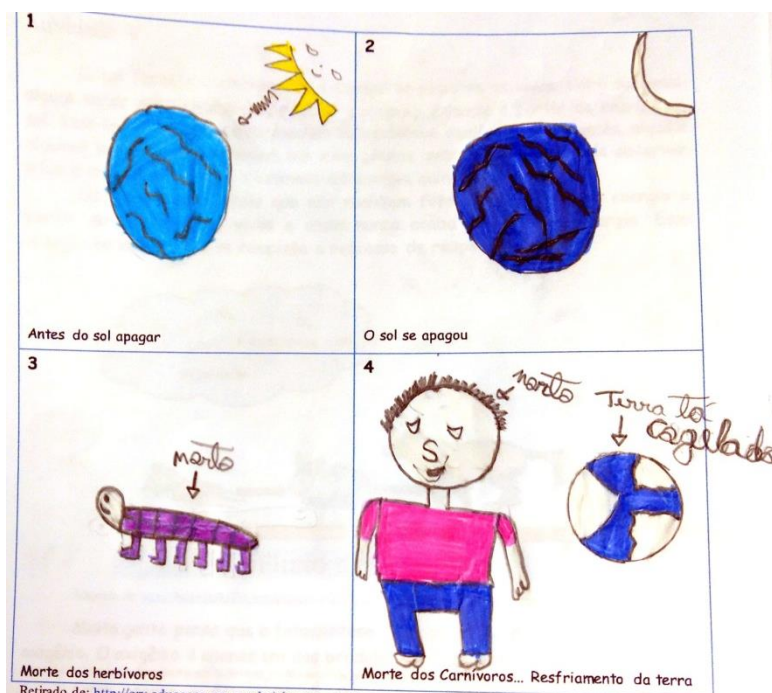


A5



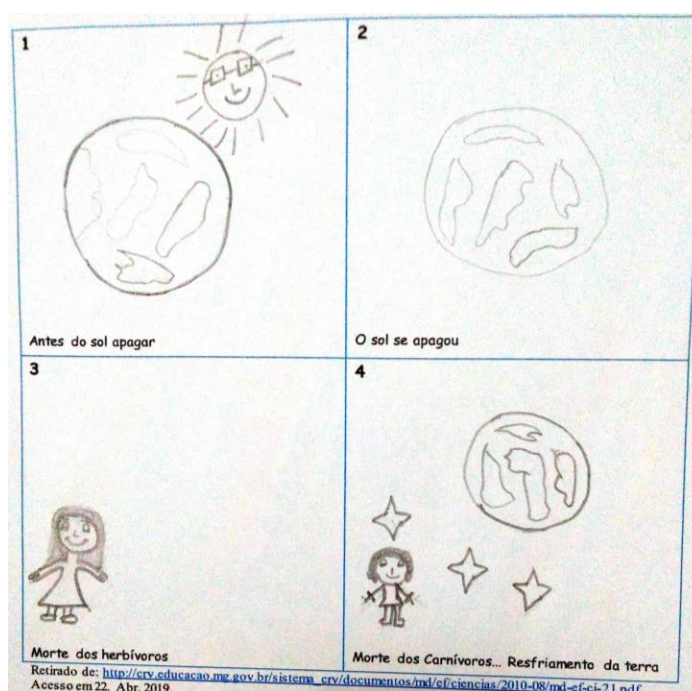
A9





### A16

O esquema a seguir traz um exemplo do que consideramos como insatisfatório:



### A 15

Além da interpretação de dados exigida na atividade, dos grupos de Indicadores de AC para a resolução da mesma, postulamos que seria necessária a

construção de uma ideia lógica e objetiva, ligada ao indicador de Raciocínio Lógico e ao Grupo 2, ligada ao entendimento da situação analisada.

As atividades de representações gráficas possibilitaram a utilização de diferentes recursos culturais para a representação de dados científicos (SANTOS, 2014) e se inseriu na perspectiva de pensar cientificamente.

Sasseron (2015) postula que em abordagens investigativas devem oferecer condições para os estudantes além de resolver situações-problema busquem o raciocínio e a construção de modelos explicativos como parte do processo.

Como alternativa de aliar a produção de representações gráficas à uma descrição detalhada do fenômeno, sugerimos a adição da produção de comentários e legendas dessas representações.

## **Atividade VII**

As atividades V e VI anteriores a esta, deram subsídio principalmente conceitual para a resolução da atividade VII, que foi realizada como prática experimental e teve como principal fase a *Investigação*.

Foram discutidas e levantadas questões sobre o processo de fotossíntese, realizado pelos seres autotróficos e a sucessão de energia para os demais seres vivos que não realizam esse processo, mas que precisam realizar a respiração celular.

Os estudantes puderem compreender como se dá a geração dos produtos resultado do processo de fotossíntese e de respiração celular e como eles são utilizados nas células dos seres vivos. Além disso, as atividades possibilitaram a compreensão sobre equívocos em relação aos dois processos em questão nos seres autotróficos.

As atividades desenvolvidas solicitavam aos estudantes explicações acerca da conversão de energia, à exemplo da energia luminosa para energia química e o destino dos produtos resultantes das reações.

Os conceitos sobre reação química, combustão e outros, discutidos em atividades anteriores foram necessários para a compreensão dos fenômenos em questão, o que demonstra interdependência das atividades dentro da SEI.

O início da atividade VII se deu pelo pesquisador postulando que iria junto com os estudantes realizar um experimento com uma planta aquática chamada

*Elodea* sp. O pesquisador fez a pergunta central: O que acontece com a exposição da *Elodea* sp a luz solar?

Houve a montagem de dois sistemas, um controle e outro o experimental.

Os estudantes ajudaram o pesquisador na manipulação do material e nos procedimentos de montagem.

A luz utilizada no experimento foi artificial e durante todo o processo, o pesquisador levantou questionamentos sobre os fenômenos ocorrentes e possibilitou a interação discursiva. Além disso, os estudantes puderam verificar a pigmentação das folhas da planta aquática em microscopia, associando a cor verde à clorofila e ao processo de fotossíntese.

O final da atividade culminou na produção de quatro relatórios científicos elaborado em grupos. Desta atividade, além dos relatórios científicos obtivemos as interações discursivas que resultaram em quatro episódios.

O Quadro 13, apresenta uma parte do início da discussão e da implementação do experimento. O pesquisador buscou fazer *link* com os conceitos refletidos nas atividades anteriores, ao mesmo tempo em que provocou os alunos à levantarem questões ou hipóteses, uma vez que a manipulação do experimento ainda não havia sido realizada.

A qualidade dos turnos dos estudantes acerca da caracterização das informações nos sinaliza que houve entendimento conceitual e, portanto, competência cognitiva de alguns estudantes.

Quadro 13 - Transcrição dos turnos 1 a 18 da atividade VII e episódio 3

| Turno | Fala transcrita   |
|-------|---|
| 1     | <b>Pesquisador:</b> Essa é uma planta! Só que a gente diz que ela é uma planta aquática. E o nome dela é Elodea. A gente acha ela em rios, riachos. Então por exemplo, se a gente for ao Rio São Francisco, a gente acha. Então ela é uma planta de que tipo de água? |
| 2     | <b>A1:</b> Aquática!  |
| 3     | <b>A2:</b> Salgada!   |
| 4     | <b>Pesquisador:</b> Se a gente acha em rio e riacho?  |
| 5     | <b>A3:</b> Doooce!  |
| 6     | <b>Pesquisador:</b> Ela vai ser de água doce! Já que ela é aquática, ela tem que viver imersa na água. Mesmo ela imersa na água, vocês acham que ela realiza esses dois processos que a gente tava debatendo? Tanto, ela realiza? Qual é o primeiro processo?         |
| 7     | <b>A2:</b> Fotossíntese!  |

|    |   |
|----|---|
| 8  | <b>Pesquisador:</b> E também ela pode realizar?   |
| 9  | <b>A2:</b> Respiração celular.  |
| 10 | <b>Pesquisador:</b> Então, por exemplo, eu deixei essa planta ontem a noite aqui no escuro, ela estaria realizando que processo?  |
| 11 | <b>Estudantes:</b> Respiração celular.  |
| 12 | <b>Pesquisador:</b> E agora que eu coloquei ela sob a luz, que não é a luz solar mesmo, mas é uma luz artificial, nessa caso, dessa lâmpada, ela pode tá realizando que processo? |
| 13 | <b>A3:</b> Fotossíntese!  |
| 14 | <b>Pesquisador:</b> Então quando tá ausência de luz ela tá?   |
| 15 | <b>A4:</b> Realizando a fotossíntese!   |
| 16 | <b>A5:</b> Realizando a respiração celular.   |
| 17 | <b>Pesquisador:</b> E quando tá a presença de luz ela vai tá?   |
| 18 | <b>A6:</b> Fotossíntese.  |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Em relação aos indicadores de AC presentes, acreditamos que do **Grupo 1**, estão os indicadores de **Organização de Informação e Classificação de Informação (A2, A3, A5 e A6)**.

O indicador de **Organização de Informação** aparece quando o pesquisador pergunta qual é o processo e os estudantes relembram as informações advindas de atividades anteriores e as elencam estando de acordo com o que descreve Sasseron (2008).

Já o indicador **Classificação de Informação**, supomos estar presente nos mesmos turnos que o indicador anterior, uma vez que, nas mesmas perguntas e respostas, os estudantes apresentam o elemento que caracteriza a informação.

Tais indicadores supracitados, comumente se apresentam no início da investigação, de acordo com Sasseron (2008), corroborando nossos resultados.

O pesquisador, na execução do experimento, explicou que seriam utilizados dois recipientes, explicitou a ideia de grupo controle e experimental e que um estaria com maior exposição à luz. Após a montagem do experimento foi aguardado aproximadamente 10 minutos para os alunos notarem alguma diferença. Os níveis de água foram marcados para no final observar se houve diferença.

O episódio 4 (Quadro 14) exprime a discussão logo após a montagem do experimento.

A interação discursiva em análise apresenta as ações do pesquisador em obter respostas dos alunos, ao mesmo tempo em que os estudantes, com poucos turnos de fala tentam responder de maneira direta.

Quadro 14 - Transcrição dos turnos 1 a 28 da atividade III e episódio 4

| Turno | Fala transcrita  |
|-------|--|
| 1     | <b>Pesquisador:</b> A gente vai pegar essa lâmpada, vai deixar nessa aqui por um tempo e a gente vai ver se há alguma diferença entre uma e outra. Primeiro que aqui a gente sabe que o nível pode subir. Vamos pegar uma caneta pra marcar o nível. |
| 2     | <b>A1:</b> Tá subindo!   |
| 3     | <b>Pesquisador:</b> Tá subindo bolhas é?   |
| 4     | <b>A2:</b> Uma subiu nesse instante!   |
| 5     | <b>Pesquisador:</b> Tá subindo bolhas?   |
| 6     | <b>Estudantes:</b> Não!  |
| 7     | <b>Pesquisador:</b> Nessa aqui tem bolha dentro do funil? E nessa aqui tem bolha?  |
| 8     | <b>Estudantes:</b> Tem!  |
| 9     | <b>Pesquisador:</b> Então essas bolhas tá indicando uma diferença do que a gente não tava mexendo pra o que a gente tá colocando sob a luz e que colocou o bicarbonato de sódio. Bicarbonato de Sódio ele tem...                                     |
| 10    | <b>A3:</b> Sal!  |
| 11    | <b>Pesquisador:</b> Ele tem sal porque é o sódio! Mas quando é Bicarbonato quer dizer que são?   |
| 12    | <b>A4:</b> Carbonos!   |
| 13    | <b>Pesquisador:</b> Quer dizer quem tem carbonos! Então eu tenho carbonos aqui nessa água. E quando o carbono se junta com oxigênio a gente tem quem? Qual o gás que a gente tem?  |
| 14    | <b>A5:</b> Fotossíntese!   |
| 15    | <b>A6:</b> Glicídio?   |
| 16    | <b>Pesquisador:</b> Carbono com oxigênio. A gente tem quem? A gente tem?   |
| 17    | <b>A7:</b> Comburente  |
| 18    | <b>Pesquisador:</b> Olha aqui, carbono... A gente tem quantos carbonos?  |
| 19    | <b>Estudantes:</b> Dois!   |
| 20    | <b>Pesquisador:</b> E quando se junta?   |
| 21    | <b>A8:</b> C   |
| 22    | <b>A7:</b> C2O   |
| 23    | <b>Pesquisador:</b> E isso é a formula de quê?   |
| 24    | <b>A9:</b> Dois carbonos e dois oxigênio.  |
| 25    | <b>Pesquisador:</b> Isso é formula de quem?  |

|    |   |
|----|---|
| 26 | <b>A9:</b> Gás carbônico?   |
| 27 | <b>Pesquisador:</b> Essa não é a fórmula do gás carbônico, porque a fórmula é qual? C-O-2. Então, quando a gente tem a reação do oxigênio com o carbono a gente vai ter produção de quê? A gente vai ter CO <sub>2</sub> . Esse CO <sub>2</sub> vai fazer com a planta realize o quê? |
| 28 | <b>A10:</b> Fotossíntese  |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

A interação discursiva inicia com a observação das mudanças ocorridas durante o processo de experimentação e permitiu associar a presença do bicarbonato de sódio ao fornecimento de carbono e a consequente produção fotossíntese, por isso, reconhecemos a existência do indicador de **Raciocínio Lógico** presente na interação.

Nos turnos de fala dos estudantes, os mesmos buscaram conceitos científicos para responder as perguntas do pesquisador. Consideramos que tais respostas são oriundas da relação de significados que os estudantes vinham fazendo durante o desenvolvimento da sequência.

Mesmo que implícito, o fato de existirem respostas numa linguagem científica para determinar o fenômeno em questão, faz pensar que há presença do indicador de **Explicação**, derivado da relação de informações e hipóteses implícitas. Essas explicações são consideradas pouco autênticas, mas sugerem estar presentes na estruturação do pensamento dos estudantes.

Após o episódio 4, o pesquisador utilizou o microscópio para a visualização da folha da planta aquática e explicou sobre a pigmentação ser pelo fato da existência dos plastos, no caso da *Elodea* sp., a presença dos cloroplastos e, que se poderia notar o movimento quando a planta realiza fotossíntese.

O Quadro 15 explicita o diálogo da etapa do experimento citada e o início da discussão sobre os dados empíricos observados.

Nessa etapa de discussão, esperava-se encontrar Indicadores de AC ligados à estruturação do pensamento, e entendimento da situação para elucidação do fenômeno além de utilização de conceitos científicos.

Quadro 15 - Transcrição dos turnos 1 a 45 da atividade VII e episódio 5

| Turno | Fala transcrita   |
|-------|---|
| 1     | <b>Pesquisador:</b> O movimento, certo, dos cloroplastos que é quando a planta tá realizando a fotossíntese, a gente vai ter, tão vendo que tá subindo um monte de... |
| 2     | <b>A1:</b> De bolhas.   |

|    |   |
|----|---|
| 3  | <b>Pesquisador:</b> Tão vendo? Essas bolhas, elas tão dizendo que está acontecendo o que? Aqui está acontecendo liberação de bolhas?  |
| 4  | <b>A2:</b> Não!   |
| 5  | <b>Pesquisador:</b> Não tá né! Tão vendo que cada vez mais está subindo aqui, subindo bolhas.   |
| 6  | <b>A3:</b> E aí nada!   |
| 7  | <b>Pesquisador:</b> E aqui nada! Então é um sinal que a planta está realizando o quê?   |
| 8  | <b>A4:</b> Olha aqui professor tá subindo sim!  |
| 9  | <b>Pesquisador:</b> E, mas aqui tem menos bolhas. Não é bolha, aqui tá subindo um pouquinho porque ela tá exposta?  |
| 10 | <b>A6:</b> A luz!   |
| 11 | <b>Pesquisador:</b> Só que essa aqui está bem mais exposta, tão vendo agora pessoal o tanto de bolha que tá subindo?  |
| 12 | <b>A7:</b> Realmente olha lá!   |
| 13 | <b>A8:</b> Mas parece que tá secando!   |
| 14 | <b>Pesquisador:</b> Tá secando o quê?   |
| 15 | <b>A8:</b> A água!  |
| 16 | <b>Pesquisador:</b> Por que será que tá secando?  |
| 17 | <b>Estudantes:</b> murmurinhos!   |
| 18 | <b>Pesquisador:</b> Pera aí tem água e ao mesmo tempo o que é que tem aqui? O que é que tem aqui?   |
| 19 | <b>A9:</b> Ar!  |
| 20 | <b>Pesquisador:</b> Então se eu tenho água, aqui em cima tem o quê?   |
| 21 | <b>A10:</b> Ar!   |
| 22 | <b>Pesquisador:</b> Tá preenchido com ar. Essas bolhas que tão subindo pessoal é a bolha que tá formando um tipo de ar, né? O que seriam essas bolhas?  |
| 23 | <b>A11:</b> Oxigênio.   |
| 24 | <b>Pesquisador:</b> E aí oxigênio ou gás carbônico? Por que seria oxigênio?   |
| 25 | <b>A11:</b> Porque tá liberando.  |
| 26 | <b>Pesquisador:</b> Tá liberando por quê? Em um processo libera oxigênio?   |
| 27 | <b>A10:</b> Não, recebe!  |
| 28 | <b>A11:</b> Libera, eu estou dizendo que libera!  |
| 29 | <b>Pesquisador:</b> Então na fotossíntese tá liberando?   |
| 30 | <b>A11:</b> O gás oxigênio!   |
| 30 | <b>Pesquisador:</b> E tá recebendo que gás?   |
| 31 | <b>Estudantes:</b> Carbônico!   |
| 32 | <b>Pesquisador:</b> Onde que tava o gás carbônico do recipiente?  |
| 33 | <b>A11:</b> No ar!  |
| 34 | <b>Pesquisador:</b> Isso, só que aqui a gente aumentou a concentração com o bicarbonato de sódio. Se tem muito gás carbônico na concentração de água com a planta, a tendência é que ela realize o que? Está liberando o quê? |
| 35 | <b>A11:</b> O gás oxigênio!   |
| 36 | <b>Pesquisador:</b> Então, essas bolhas são de gás oxigênio ou gás carbônico?   |
| 37 | <b>A11:</b> Eu acho que é oxigênio.   |
| 38 | <b>Pesquisador:</b> Então se ela está na fase clara, está recebendo luz, ela tá realizando?   |
| 39 | <b>Estudantes:</b> Fotossíntese!  |
| 40 | <b>Pesquisador:</b> E ela tá liberando gás?   |
| 41 | <b>Estudantes:</b> Oxigênio.  |
| 42 | <b>Pesquisador:</b> E absorvendo qual?  |
| 43 | <b>Estudantes:</b> Carbônico!   |
| 44 | <b>Pesquisador:</b> E se ela tivesse na fase escura? Como por exemplo, essa outra planta aqui?  |

|    |  |
|----|--|
| 45 | A11: Ela absorve gás oxigênio e libera gás carbônico.                |
| 46 | Pesquisador: Então qual seria o processo que ela estaria realizando? |
| 47 | A11: Respiração.   |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Quando o pesquisador indicou a formação de bolhas (turno 3) e disse que estava ocorrendo modificações, os estudantes foram mobilizados para responder o processo que estava acontecendo.

Os turnos 6 a 12 expõem o trabalho ainda com dados empíricos em relação à montagem do experimento e apresentam o indicador de AC **Classificação de Informações** presente no **Grupo 1**, quando os estudantes e pesquisador estabeleceram características para os dados observados. Este mesmo indicador aparece também no turno 13, quando o estudante observa outra modificação em relação à dinâmica da água no tubo de ensaio.

Ainda do **Grupo 1** nos turnos 18 e 19 se apresenta o indicador de AC **Organização de informações**:

*Pesquisador: Pera aí tem água e ao mesmo tempo o que é que tem aqui? O que é que tem aqui? (t.18)*

*A9: Ar! (t. 19)*

A partir do turno 13 observamos iniciar um **Raciocínio Lógico** até o turno 25. Em continuidade, também verificamos que a partir desse turno, a ideia apresentada de existir água e ar no sistema e, a alegação de mudanças, denotava interdependência entre as variáveis e se configura como **Raciocínio Proporcional**.

O **Raciocínio Lógico** continua em outros turnos permitindo a conclusão de que a planta quando realiza fotossíntese libera oxigênio e absorve gás carbônico e que acontece o inverso quando a mesma realiza a respiração celular.

No **Grupo 3**, identificamos o indicador de AC **Justificativa e Explicação** quando realizamos o recorte dos turnos 22 a 31. Quando o pesquisador perguntou o que seriam as bolhas, o estudante **A11** responde ser o oxigênio, novamente o pesquisador perguntou se seria gás oxigênio ou carbônico e posteriormente por que seria oxigênio, e o estudante responde que é porque está liberando. Concluimos que o fato de nos outros turnos os estudantes já terem entendido que seria o processo de fotossíntese, logo, sendo esse processo, ocorreria a liberação de oxigênio, como postula a estudante.



Nos turnos finais (38 a 47) acreditamos haver outro indicador de **Explicação**, uma vez que sucedem informações já colocadas à prova e tentam elucidar o fenômeno sem questioná-lo:

*Pesquisador: Então se ela está na fase clara, está recebendo luz, ela tá realizando?* (t.38)

*Estudantes: Fotossíntese!* (t.39)

*Pesquisador: E ela tá liberando gás?* (t.40)

*Estudantes: Oxigênio.* (t.41)

*Pesquisador: E absorvendo qual?* (t.42)

*Estudantes: Carbônico!* (t.43)

*Pesquisador: E se ela tivesse na fase escura? Como por exemplo, essa outra planta aqui?* (t.44)

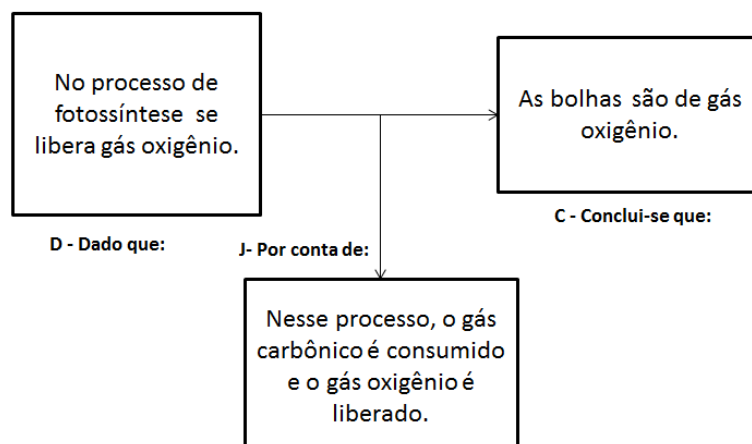
*A11: Ela absorve gás oxigênio e libera gás carbônico.* (t.45)

*Pesquisador: Então qual seria o processo que ela estaria realizando?* (t.46)

*A11: Respiração.* (t.47)

Percebe-se a presença do indicador de AC **Explicação**, por ele normalmente vir acompanhado de uma justificativa (SASSERON, 2008) quando se busca relacionar as informações e hipóteses levantadas. Já o indicador de AC **Justificativa**, surge quando em uma afirmação há garantias para a afirmação ganhar aval, o que a torna mais segura, como no exemplo do turno supracitado.

Sintetizamos o pensamento dos turnos 22 a 31 para a obtenção de um **Argumento**.



A última interação discursiva (Quadro 16) trás um encadeamento de ideias coconstruídas entre o pesquisador e o estudante. Nela está presente o indicador de AC de **Raciocínio Lógico** para explicar a formação de bolhas.

A garantia “Porque ele é um gás” para explicar o porquê do oxigênio está na forma de bolhas, configura a existência de uma **Justificativa**.

Quadro 16 - Transcrição dos turnos 50 a 57 da atividade VII e episódio 6

| Turno | Fala transcrita  |
|-------|--|
| 50    | <b>Pesquisador:</b> Onde tem ar pode ser ocupado por outro tipo de...  |
| 51    | <b>A1:</b> Elemento!   |
| 52    | <b>Pesquisador:</b> Substância! Aqui se está consumindo, onde que está o gás que está consumindo? O gás carbônico. |
| 53    | <b>A1:</b> Está na água.   |
| 54    | <b>Pesquisador:</b> Então ele tá tirando o gás carbônico.  |
| 55    | <b>A1:</b> Da água e soltando oxigênio!  |
| 56    | <b>Pesquisador:</b> [...] E essas bolhas que tão sendo liberadas. E porque ficou em bolhas?                        |
| 57    | <b>A1:</b> Porque ele é um gás.  |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

As interações discursivas promovidas a partir dessa etapa, majoritariamente investigativa, favoreceram o surgimento dos Indicadores de AC contidos nos três grandes grupos e de indicadores de Argumentação. Consideramos ainda, que a falta de indicadores de AC relacionados ao levantamento e teste de hipóteses, se deu pelo pouco tempo de reflexão nos momentos da atividade e pela falta de ações do pesquisador em estimular a geração desses indicadores.

Outra questão que pensamos ter influenciado a baixa frequência de alguns indicadores é a tradição de aulas poucas dialogadas que promovam as interações discursivas, entretanto, não podemos limitar nosso julgamento a esse único fator.

## 6.2 Relatórios científicos

Como finalização da atividade VII e da SEI, os estudantes tiveram uma comanda para elaboração dos relatórios científicos em grupo. Os relatórios buscaram atender principalmente a instância comunicação do conhecimento, de acordo com Jiménez-Aleixandre (2011).

Esperou-se a partir da confecção dos relatórios científicos respostas à pergunta inicial da atividade VII e entendimento da relação energia-respiração-fotossíntese mediante justificativas com evidências.

Foram confeccionados quatro relatórios os quais estão apresentados em quadros para evidenciar os Indicadores de AC e de Argumentação.

Seguindo a metodologia de análise proposto por Del-Corso (2015), cada parágrafo dos relatórios se constituiu em uma marca para ser analisada. Ao todo foram identificadas 13 marcas.

Os relatórios possuem como itens: pergunta, metodologia, resultados e interpretação, as informações apresentadas nos quadros dos relatórios se aparecem de forma genuína, ou seja, da forma escrita e estruturada pelos estudantes.

É importante ressaltar que esta foi a primeira vez que os estudantes tiveram que produzir relatório científico para comunicar os resultados de uma investigação. Por isso os estudantes receberam um modelo para a confecção do mesmo contendo os itens supracitados.

## Relatório 1

Quadro 17 – Identificação dos Indicadores de Alfabetização Científica presentes no Relatório 1.

| Marca | Subtítulo, divisão, ou item | Texto  | SI                                    | OI | CI | RL | RP | LH | TH | J | P | E | A |
|-------|-----------------------------|--|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|
|       | Pergunta                    | O que acontece com a exposição da <i>Elódea sp.</i> a luz solar?   | Não avaliado, texto da atividade VII. |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| 1     | Metodologia                 | 2 bequers, água limpa, uma planta aquática (Elodia), 2 funis, 2 tubos, de ensaio e bicarbonato de sódio e uma lâmpada.<br>Processo: Primeiro: enche os dois bequers de água.<br>Segundo: coloca bicarbonato de sódio em um dos recipientes<br>Terceiro: coloca os funis sobre a planta aquática nos recipientes.<br>Quarto: Coloca o tubo de ensaio com água sobre os funis<br>Quinto: coloca o recipiente com bicarbonato de Sódio a exposição a luz e o outro sem contato com a luz. | X                                     | X  |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| 2     | Resultados                  | Depois de algum tempo a água do Tubo de ensaio diminuiu no recipiente com Bicarbonato de sódio, esse recipiente realizou a fotossíntese e o outro não realizou a fotossíntese ou a respiração  |                                       |    | X  |    |    |    |    |   |   |   |   |
| 3     | Interpretação               | O causa da luz, o bequer com bicarbonato de Sódio realizou a fotossíntese e o outro não. As bolha que subiram no tubo de ensaio foram provocados por causa que a planta liberou gás oxigênio por isso a água do tubo de ensaio diminuiu porque o gás oxigênio ocupou o espaço. a planta realizou a fotossíntese por isso que a planta liberou gás oxigênio.  |                                       |    | X  | X  | X  |    |    | X |   |   | X |

**Legenda:** SI – Sieriação de Informação OI- Organização de Informação CI- Classificação de Informação RL- Raciocínio Lógico RP- Raciocínio Proporcional  
LH- Levantamento de Hipóteses TH- Teste de Hipóteses J- Justificativa P- Previsão E- Explicação A- Argumento

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2020.

## Relatório 1

Esse relatório apresentou três marcas relacionadas à metodologia, resultados e interpretação.

### Marca 1

Pudemos identificar nessa marca que se refere a metodologia, dois indicadores de AC ligado ao **Grupo 1**, que está relacionado ao trabalho direto com os dados.

O indicador de AC, **Seriação de Informações** surge quando o grupo de estudantes descreve os passos da realização do experimento, apresentando um rol dos dados. As etapas hierárquicas configuram-se como o indicador de AC **Organização de informações** sendo a preparação dos dados.

### Marca 2

Na marca 2 que se refere aos resultados, o único indicador de AC encontrado faz parte do **Grupo 1** e mostra uma **Classificação de informações**, determinada por uma observação realizada durante o experimento sobre o movimento da água e a designação da diferença entre os recipientes.

### Marca 3

Essa marca que contém a interpretação do experimento apresentou o Indicador de AC **Classificação de Informações**, ligado ao **Grupo 1** quando afirma que a presença da luz e do bicarbonato de sódio fez com que a planta realizasse a fotossíntese.

Do **Grupo 2**, relacionado à estruturação do pensamento, acreditamos existir tanto um **Raciocínio Lógico** como também **Proporcional** quando é colocado que “As bolha que subiram no tubo de ensaio foram provocados por causa que a planta liberou gás oxigênio por isso a água do tubo de ensaio diminuiu porque o gás oxigênio ocupou o espaço”.

Já em relação ao **Grupo 3**, ligado ao entendimento da situação, supomos existir **Justificativa** pelo fato da explicação do movimento das bolhas ter se dado porque a planta liberou gás oxigênio e que ela estaria realizando fotossíntese, e

como consequência a água do tudo de ensaio ter diminuído. O que talvez não tenha ficado esclarecido pelo pesquisador ou os próprios estudantes não terem notado é que a água também se configurava como um reagente, por isso também era consumida. Consideramos que nesse mesmo trecho há presença do indicador **Argumentação** pelo fato dos estudantes terem relacionado conhecimentos de base para a conclusão da situação, também pertencente ao **Grupo 3**.

## Relatório 2

Quadro 18 – Identificação dos Indicadores de Alfabetização Científica presentes no Relatório 2.

| Marca    | Subtítulo, divisão, ou item | Texto   | SI                                    | OI | CI | RL | RP | LH | TH | J | P | E | A |
|----------|-----------------------------|---|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|
|          | <b>Pergunta</b>             | O que acontece com a exposição da <i>Elódea sp.</i> a luz solar?  | Não avaliado, texto da atividade VII. |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| <b>1</b> | <b>Metodologia</b>          | Materiais água limpa, Bicarbonato de Sódio.<br>Procedimentos<br>primeiro em dois recipientes com água depois bota a Planta dentro do funiu e coloca dentro do recipiente e depois bicarbonato de sódio no recipiente. | X                                     | X  |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| <b>2</b> | <b>Resultados</b>           | Tem um copo que fica com a luz ela fica com a bolha subindo   |                                       |    | X  |    |    |    |    |   |   |   |   |
| <b>3</b> | <b>Interpretação</b>        | O que estava com a luz encheu de bolha porque quando a planta é iluminada ela sota bolhas que se chamam gás oxigênio.   |                                       |    |    | X  |    |    |    |   |   | X |   |

**Legenda:** SI – Seriação de Informação OI- Organização de Informação CI- Classificação de Informação RL- Raciocínio Lógico RP- Raciocínio Proporcional  
LH- Levantamento de Hipóteses TH- Teste de Hipóteses J- Justificativa P- Previsão E- Explicação A- Argumento

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2020.

## Relatório 2

Esse relatório apresentou três marcas relacionadas à metodologia, resultados e interpretação.

### Marca 1

Essa marca tem o item metodologia. Nela foram identificados indicadores de AC dentro do **Grupo 1: Seriação de Informações e Organização de Informações**.

A **Seriação de Informações** ocorreu quando os estudantes apresentaram um rol de informações sobre os dados. Já a **Organização de Informações**, consideramos ser a sequência de dados existentes que foram preparados.

### Marca 2

Nessa marca esperavam-se os resultados. Os estudantes apresentaram um **Classificação de informações**, ligado ao **Grupo 1** na asserção “Tem um copo que fica com a luz ela fica com a bolha subindo”. Não houveram indicadores relacionados a situação didática.

### Marca 3

Nesta última marca, que apresenta a interpretação dos dados, identificamos o indicador **Raciocínio Lógico**, ligado ao **Grupo 2** e o Indicador **Explicação** do **Grupo 3** no trecho “O que estava com a luz encheu de bolha porque quando a planta é iluminada ela sota bolhas que se chamam gás oxigênio.”



### Relatório 3

Quadro 19 – Identificação dos Indicadores de Alfabetização Científica presente no Relatório 3.

| Marca    | Subtítulo, divisão, ou item | Texto   | SI                                    | OI | CI | RL | RP | LH | TH | J | P | E | A |
|----------|-----------------------------|---|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|
|          | <b>Pergunta</b>             | O que acontece com a exposição da <i>Elódea sp.</i> a luz solar?  | Não avaliado, texto da atividade VII. |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| <b>1</b> | <b>Metodologia</b>          | 2 recipientes com água limpa, planta aquática ( Elodea sp., 2 funis, 2 tubos de ensaio, bicarbonato de Sódio. Procedimento: em cada um dos recipientes com água, mergulhe a planta aquática, coloque o funil sobre a planta, coloque o tubo de ensaio sobre o funil, depois de meia hora observe o que acontece.  | Não avaliado, texto da atividade VII. |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| <b>2</b> | <b>Resultados</b>           | O Vaso com o bicarbonato e sódio e a presença da luz está secando e o outro esta igual.   |                                       |    | X  |    |    |    |    |   |   |   |   |
| <b>3</b> | <b>Interpretação</b>        | Ao observar o vaso com bicarbonato de sódio exposto a luz a água começou a diminuir por conta de que as bolhas que estavam lá era bolha de ar que era gás oxigênio porque a planta recebia gás carbônico e liberava o gás oxigênio que ela mesma produzia por conta que ela realizava a fotossíntese, o gás oxigênio ocupou o espaço da água e ela diminuiu. Já o outro que não tinha o bicarbonato e nem a presença da luz ficou do mesmo jeito. |                                       |    | X  | X  | X  |    |    | X |   |   | X |

**Legenda:** SI – Sérição de Informação OI- Organização de Informação CI- Classificação de Informação RL- Raciocínio Lógico RP- Raciocínio Proporcional LH- Levantamento de Hipóteses TH- Teste de Hipóteses J- Justificativa P- Previsão E- Explicação A- Argumento

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2020.

### Relatório 3

Esse relatório apresentou três marcas, porém foram analisadas apenas as marcas 2 e 3, pelo fato da primeira marca ser um texto da atividade.

#### Marca 2

Nessa marca que faz parte dos resultados, os estudantes apresentaram um indicador de AC de **Classificação de Informações**, ligado ao **Grupo 1**, esse trecho indica o que estaria ocorrendo com o recipiente do experimento, ou seja, estabeleceu características aos dados obtidos.

#### Marca 3

Essa marca trata da interpretação, nela encontramos um número considerável de indicadores de AC.

O início do trecho apresenta uma característica referente a água que estava no recipiente que começar a diminuir, mas não há um bom desenvolvimento da ideia. Acreditamos que nessa informação exista o indicador de AC **Classificação de Informações**, presente no **Grupo 1**.

Do **Grupo 2**, ligado à estruturação da ideia, encontramos o indicador de **Raciocínio Lógico** no trecho: “porque a planta recebia gás carbônico e liberava o gás oxigênio que ela mesma produzia por conta que ela realizava a fotossíntese” e quando acrescenta-se que: o gás oxigênio ocupou o espaço da água e ela diminuiu, além de “o outro que não tinha o bicarbonato e nem a presença da luz ficou do mesmo jeito”, consideramos como indicadores de **Raciocínio Proporcional**, mostrando a relação das variáveis.

Já do **Grupo 3**, identificamos o Indicador de AC de **Justificativa**, quando os estudantes afirmam que a planta recebia gás carbônico e liberava gás oxigênio pelo fato dela está realizando a fotossíntese. Normalmente, o indicador de **Argumento** é acompanhado de uma justificativa, por isso acreditamos que a justificativa supracitada deu suporte a este outro indicador.

## Relatório 4

Quadro 20 – Identificação dos Indicadores de Alfabetização Científica presente no Relatório 4.

| Marca    | Subtítulo, divisão, ou item | Texto   | SI                                    | OI | CI | RL | RP | LH | TH | J | P | E | A |
|----------|-----------------------------|---|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|
|          | <b>Pergunta</b>             | O que acontece com a exposição da <i>Elódea sp.</i> a luz solar?  | Não avaliado, texto da atividade VII. |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| <b>1</b> | <b>Metodologia</b>          | 2 recipientes com água limpa<br>planta aquática (elodea sp)<br>2 funi<br>2 tubos de ensaio<br>Bicarbonato de sódio<br>Procedimentos<br>A) Montagem das plantas<br>1º Em cada um dos recipientes com água, mergulhe a planta aquática<br>2º coloque o funil sobre a planta<br>3º coloque o tubo de ensaio sobre o funil ( veja a figura) | Não avaliado, texto da atividade VII. |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| <b>2</b> | <b>Metodologia</b>          | Pegamos um copo de vidro grande e também pegamos uma planta aquática e um funil e uma lâmpada   |                                       |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
| <b>3</b> | <b>Resultados</b>           | Nos fizemos uma experiência<br>Muito legal no laboratório<br>Nos colocamos um funil<br>E colocamos a planta aquática<br>Dentro do funil e colocamos uma lâmpada e durante 2 segundos as bolinhas do funil subindo para o fundo do funil   |                                       | X  | X  |    |    |    |    |   |   |   |   |
| <b>4</b> | <b>Interpretação</b>        | Por causa da luz as bolhas de água foram subindo para o fim do funil e a água abaixando<br>As bolhas são compostas pela substância da planta  |                                       |    |    |    |    |    |    |   |   | X |   |

**Legenda:** SI – Sérição de Informação OI- Organização de Informação CI- Classificação de Informação RL- Raciocínio Lógico RP- Raciocínio Proporcional  
LH- Levantamento de Hipóteses TH- Teste de Hipóteses J- Justificativa P- Previsão E- Explicação A- Argumento

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2020.

## Relatório 4

Este relatório apresentou quatro marcas, porém foram analisadas apenas as marcas 2, 3 e 4. Foram encontrados indicadores nas marcas 2 e 4.

### Marca 2

Nessa marca foram apresentados os resultados. Os indicadores de AC que puderam ser identificados foram aqueles relacionados ao **Grupo 1**.

No relatório se detalha como ocorreu a implementação do experimento por isso acreditamos se tratar do indicador de **Organização de Informações**. Ao final do trecho, informa que houve movimento das bolhas, o que se apresenta como uma designação de característica do dado, configurando um indicador de **Classificação de Informações**.

Consideramos tal relatório correlato a uma situação ainda inicial de investigação, sem conter indicadores relacionados à estruturação de ideias e ao entendimento da situação.

### Marca 4

Na marca 4 que trata da interpretação, acreditamos haver uma explicação, mesmo que simples, em relação ao fenômeno das bolhas observado.

## Análise geral dos relatórios científicos

Os indicadores de AC que mais apareceram nos relatórios foram aqueles relacionados ao trabalho direto com os dados empíricos ou com as bases por meio das quais se compreende um assunto ou situação, presentes no **Grupo 1**.

Esses indicadores estão presentes em todos os relatórios, o que mostra determinada habilidade dos estudantes em: relacionar os dados que foram trabalhados; preparar os dados e discutir como a investigação foi realizada e estabelecer características para os dados que foram obtidos.

Em relação aos outros grupos, os quatro relatórios analisados contém indicadores presentes nos **Grupos 2 e 3**.

O **Grupo 2** que contém dois indicadores relacionados à estruturação do pensando e à construção de uma ideia lógica e objetiva (**Raciocínio Lógico** e

**Raciocínio Proporcional**) aparecem nos relatórios 1, 2 e 3. Nos relatórios 1 e 3 aparecem os dois indicadores supracitados. O relatório 2, só apresenta indicador de **Raciocínio Lógico** e o relatório 4 não apresentou nenhum dos indicadores. Ainda sim, consideramos este grupo ser o segundo em maior prevalência nos relatórios.

Já o **Grupo 3** que compreende o entendimento da situação analisada, aparece em menor prevalência em relação aos outros grupos, considerando que nele se encontram os indicadores de **Levantamento de hipóteses, Teste de Hipóteses, Justificativa, Previsão e Explicação**. Os indicadores encontrados desse grupo foram **Justificativa e Explicação e Argumento**.

Acrescentamos que durante o desenvolvimento da atividade que se tratava da confecção dos relatórios, foi observado pouco engajamento dos estudantes se tratando de uma atividade coletiva.

Pensamos também que os estudantes não estavam motivados a comunicar o conhecimento o que possivelmente não levou a construção de bons resultados e interpretações dos relatórios entregues.

Outra questão que sinalizamos é, além da construção de relatórios coletivos, talvez seja necessária a elaboração de conclusões individuais a fim de verificar ambos os modos interpretativos.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o objetivo principal desta pesquisa sendo o de avaliar a potencialidade do desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa – SEI na promoção da Alfabetização Científica – AC, a presença dos indicadores de AC e de Argumentação indica que a AC está em processo.

Pondera-se também que a AC não é alcançada em um conjunto de aulas no ensino fundamental, entretanto, acreditamos que este processo, uma vez iniciado, carece está em constante construção.

A presença dos Indicadores de AC e de Argumentação revelou quais habilidades e competências estavam sendo desenvolvidas pelos estudantes e como essas estavam sendo trabalhadas, possibilitando a reflexão.

Das competências relacionadas à AC, aquelas ligadas ao trabalho com informações (Seriação, Organização e Classificação) e com os dados disponíveis foram as mais evidenciadas nas atividades.

Em relação à utilização raciocínio lógico e proporcional durante a investigação, em todas as atividades existiu a presença destes indicadores, contudo, houve prevalência do raciocínio lógico e baixa frequência do indicador de raciocínio proporcional.

Não foram presenciadas competências de forma explícita, ligadas ao levantamento e teste de hipóteses construídas pelos estudantes, entretanto, houve estabelecimento de explicações sobre os fenômenos estudados e busca de justificativas para torná-las mais robustas, o que pensamos ter existido uma relação de informações e hipóteses de maneira implícita.

Entre os indicadores, estiveram ausentes o levantamento de hipóteses, teste de hipóteses e previsão. Diante disso, inferimos sugestão de mudanças na SEI para fomentar o surgimento desses indicadores.

Sobre as competências de discussão e divulgação do conhecimento, ponderamos que esta primeira se mostrou evidente pela criação de um espaço social e majoritariamente dialogado, o que proporcionou as interações discursivas. Já em relação à divulgação do conhecimento, esteve presente em determinadas atividades que existiam a fase de conclusão. Nos relatórios científicos, como instrumento relacionado a essa instância, consideramos ter havido pouca evidência, o que sugere ações permanentes de atividades de produção e escrita em sala de aula.

Dos três eixos estruturantes da AC, propostos por Sasseron (2008, 2015) e Sasseron e Carvalho (2011), pensamos que a SEI construída se encarregou de possibilitar a compreensão básica de termos e conceitos científicos, ou seja, o entendimento conceitual bem como um entendimento de estratégias adotadas pela ciência e numa compreensão da natureza da ciência para a aprendizagem sobre ciência. Entretanto, reconhecemos que a relação CTSA foi inexistente, mas que tal aprendizagem conceitual e procedimental efetivada, preparará os estudantes à uma perspectiva atitudinal.

Os indicadores de Argumentação evidenciados nesta pesquisa tiveram pouca frequência nas interações discursivas e uma maior prevalência quando os estudantes foram induzidos a produzir no *layout* adaptado. Conclui-se assim, que é necessário conduzir os alunos na produção de argumento.

Mesmo com pouca produção de argumentos, a prevalência do indicador de AC Justificativa, nos mostra a utilização de garantias para sustentar determinadas afirmações, evidenciando argumentos incompletos em fase de construção.

Atentamos à utilização da Linguagem Científica - LC não como um modo apenas comunicacional, mas como um elemento constitutivo para poder avançar na perspectiva científica, uma vez que tal linguagem é própria da ciência. Durante o desenvolvimento da SEI, percebemos em vários momentos a utilização da relação de conceitos para a explicação dos fenômenos em estudo e a utilização da LC.

Destacamos a ação docente como fundamental na condução de uma abordagem investigativa em sua mediação didática para o avanço da temática abordada. Consideramos também, os momentos de reflexão essenciais para o sucesso da investigação científica, o que ocasiona definir de forma objetiva as ações docente.

Em relação ao Ensino por Investigação e a Argumentação, concluímos que ambos se apresentam como abordagens e/ou modalidades didáticas que privilegiam situações didáticas com características do trabalho científico. Neste ponto, chama-se a atenção para a aproximação da cultura científica com a escolar, rompendo com uma cultura de práticas didáticas sem contextualização com a própria ciência.

Sobre o envolvimento dos estudantes com as atividades propostas, as análises das interações discursivas e dos cadernos individuais mostraram que os mesmos apresentaram-se inseridos no contexto das situações direcionadas, com exceção dos relatórios finais em que foi observado pouco engajamento dos estudantes na ação

coletiva de produção dos mesmos e insuficiência das informações, o que levou a existência de poucos indicadores de AC e nenhum indicador de argumento completo.

Contudo, proporcionar abordagens de questões inconclusivas e que mobilizem os estudantes na busca de respostas, evita a transmissibilidade do conhecimento e fortalece a perspectiva de “construir o conhecimento”. O ensino por Investigação e a Argumentação não devem se caracterizar como atividade secundária, seus elementos dão suporte ao trabalho de modo conceitual, procedimental e atitudinal.

Finalizamos que, não se trata de uma formação dos estudantes que saibam utilizar os conhecimentos apreendidos apenas no ambiente escolar, mas que seja frutífero para a atuação na sociedade a partir do reconhecimento e enfrentamento de problemáticas sociais e/ou cotidianas.



## REFERÊNCIAS

- AGUIAR JR., O. G.; MENDONÇA, D. H.; SILVA, N. S. Análise do discurso em uma sala de aula de Ciências: a postura do professor e a participação dos estudantes. In: Anais do VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 6, Florianópolis, SC. 2007. **Anais...**, 2007.
- AIKENHEAD, G. S. Collective decision making in the social context of science. **Science Education**, v. 69, n 4, p. 453-475, 1985.
- AZEVEDO, N. H.; DEL CORSO, T. M.; TRIVELATO, S. L. F. Robert hooke e a pulpa: um episódio histórico em sala de aula com o uso de desenhos e descrições como práticas epistêmicas. In: X CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EM DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. 10, Sevilla, 2017. **Anais...**, p. 3623- 3628, 2017.
- BESERRA, J. G.; BRITO C. H. Modelagem didática tridimensional de artrópodes, como método para o ensino de Ciências e Biologia. **Revista brasileira de ensino de Ciência e tecnologia**, Bananeiras, PB, v. 5, n. 3, p. 70-88, 2012.
- BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Biruta, 2009. 153 p.
- BYBEE, R. Towards na Understanding of Scientific Literacy. In: GRABER, W; BOLTE, C. (Org.) **Scientific Literacy**, 1997.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO; A. M. P. de; PRAIA; J.; VILCHES; A. **A necessária renovação do ensino de ciências. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 264p.**
- CAPECCHI, M. C. V. de M.; CARVALHO, A. M. P. de; SILVA, D. da S. Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de física. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p 152-166, 2000.
- CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores: tendências e inovações.** 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 127 p.
- CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013. 157 p.
- COBERN, W. W.; AIKENHEAD, G. S. Cultural Aspects of Learning Science. In: International Handbook of Science Education. **Klower Academic Publishes**, 1998.
- DEL-CORSO, T. M. **Indicadores de Alfabetização Científica, Argumentos e Explicações:** análise de relatórios no contexto de uma Sequência de Ensino Investigativo. 2014. 390 f. Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências) -Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, SP, 2014.
- DELIZOCOIV, D; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 364 p.
- DRIVER, R., NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation inclassrooms. **Science Education**, v 84, n 3, p. 287-312, 2000.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science Education**, Hoboken, v. 88, n. 6, p. 915-933, 2004.

FERRAZ, A. T., SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017.

GARCIA-MILA, M.; ANDERSEN, C. Cognitive foundations of learning argumentation. In: ERDURAN, S. M.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.) **Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research**. Dordrecht: Springer, 2008, p. 29-45.

GIL-PÉREZ, D. et al. ¿Puede hablarse de consenso Constructivista en la educación Científica? **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.3, p.503-12, 1999.

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. **International Journal of Science Education**, London, v. 14, n. 5, p. 541–566, 1992.

HODSON, D. Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. **International Journal of Science Education**, v.36, n.15, p. 2534-2553, 2014.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; REIGOSA CASTRO, C.; ÁLVAREZ PÉREZ, V. Argumentación en el laboratorio de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF, 1998.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 21, n. 3, p. 359-370, 2003.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. La catástrofe del prestigio: racionalidad crítica versus racionalidad instrumental. **Cultura y Educación**, Madrid, v. 16, n. 3, p. 305-319, 2004.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; GALLÁSTEGUI OTERO, J. R.; EIREXAS SANTAMARÍA, F.; PUIG MAURIZ, B. **Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias**. Santiago de Compostela: Danú, 2009.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, L. What are authentic practices? Analysis of students' generated projects in secondary school. Paper presented at the NARST **Annual Meeting**, Filadélfia, 2010.

JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en Biología y Geología. In: P. CAÑAL (Ed.). **Didáctica de la Biología y la Geología**. Barcelona: Graó, p. 129-149, 2011.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Argumentation. In: GUNSTONE, R. (Ed.) *Encyclopedia of Science Education*. Dordrecht: **Springer**, p. 54-59, 2015.

- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BROCOS, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 139-159, 2015.
- KELLY, G. J. Inquiry, activity, and epistemic practices. In: INQUIRY CONFERENCE ON DEVELOPING A CONSENSUS RESEARCH AGENDA, 2005, New Brunswick. Proceeding of Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda. New Brunswick: 2005.
- KELLY, G. J. Inquiry, activity and epistemic practice. In: DUSCHL, R.; GRANDY, R. (Eds.). Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for research and implementation. Rotterdam: **Sense Publishers**, 2008, p. 99-117.
- KELLY, G. J.; TAKAO, A. Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. **Science Education**, v. 86, n. 3, p. 314-342, 2002.
- KUHN, D. **Education for thinking**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2005.
- KUHN, D.; FRANKLIN, S. The second decade: What develops and how? In: W. Damon; R. Lerner (Eds.) **Handbook of child psychology**. 6. ed. Nova York: Wiley, 2006.
- LATOUR, B. e WOOLGAR, S. A vida de laboratório: a produção de fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- LEMKE, J. **Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores**. Paidós, 1997.
- LEMKE, J. Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. In: MARTIN, J. R.; VEEL, R. (Ed.). **Reading science**. London: Routledge, p.87-113, 1998.
- LÜDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A. de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 2013.
- MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009. 215p.
- MATTHEWS, M. R. Vino viejo en botellas nuevas: Un problema con la epistemología onstrutivista. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, 79-88, 1994.
- MELVILLE, W.; FAZIO, X.; BARTLEY, A.; JONES, D. Experience and reflection: preservice science teachers' capacity for teaching inquiry. **Journal of Science Teacher Education**, v.19, n.5, p.477-94, 2008.
- MORTIMER, E. F. *et al.* Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. In: NARDI, R. (Org.). **A pesquisa em ensino de ciência no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007, p. 53-94.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Revista Ensaio**, v. 17, p. 115-137, 2015.

NASCIMENTO, S. S. A linguagem e a investigação em educação científica: uma breve apresentação. In: NARDI, R, (Org.) **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil**; alguns recortes. São Paulo: Escrituras, 2007, p. 131-143.

OSBORNE, J.; PATTERSON, A. Scientific argument and explanation: A necessary distinction? **Science Education**, v. 95, n.4, p. 627-638, 2011.

PEDASTE, M. *et al.* Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v.14, p.47-61, 2015.

PEREIRA, M. M. Interações discursivas em pequeno grupo durante uma atividade investigativa sobre determinação da aceleração da gravidade. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 65-85, 2013.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **Aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico, Porto Alegre: Artmed, 2009.

RATZ, S. V. S.; MOTOKANE, M. T. A construção dos dados de argumentos em uma Sequência Didática Investigativa em Ecologia. **Ciência & Educação**, v. 22, n. 4, p. 951-973, 2016.

SA, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 147-170, 2014.

SANTOS, B. F. dos. Contribuições da sociologia de Basil Bernstein para a pesquisa sobre a linguagem e interações discursivas nas aulas de ciências. In: SANTOS, B. F. dos; SÁ, L. p. (Org.). **Linguagem e ensino de ciências**: ensaios e investigações. Ijuí, RS: Editora Unijuí, 2014, p. 55-66.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental**: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula, 2008, 265p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 41-62.

SASSERON; CARVALHO, A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 20, n. 2, p. 393-410, 2014.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SCARPA, D. L.; TRIVELATO, S. L. F. Movimentos entre a cultura escolar e a cultura científica: análise de argumentos em diferentes contextos. **Magis**. Revista Internacional de Investigación en Educación, Bogotá, v.6, n. 12, p. 69-85, 2013.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.

SESSA, P.; TRIVELATO, S. L. F. Discurso no ensino de ciências: recursos semióticos e a construção de significados. In: III Seminário Internacional de Estudos sobre Discurso e Argumentação. 3, São Cristovão, SE, 2016. **Anais...**, 2016.

SILVA, A. C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, Belo Horizonte, v. 17, p. 69-96, 2015.

SILVA, E. L. da.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2001.

SILVA, J. G. da; GIORDAN, M. Qual é o papel da linguagem no ensino de ciências?. In: SANTOS, B. F. dos; SÁ, L. p. (Org.). **Linguagem e ensino de ciências**: ensaios e investigações. Ijuí, RS: Editora Unijuí, 2014, p. 11-35.

SUZUKI, W. H. P. S.; ZOMPERO, A. DE F. O desenvolvimento do argumento e o aprimoramento dos aspectos semânticos e pragmáticos da linguagem oral, mediante o ensino por investigação. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 11, n. 1, p. 100-116, 1 ene. 2016.

TOULMIN, S. E. **The uses of argument**. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. do. **Argumentação no ensino de ciências: tendências, práticas e metodologia de análise**. 1 ed. Curitiba: Appris, 2013. 112 p.

VIEIRA, R. D. Educação em ciências sob a perspectiva do estudo das práticas epistêmicas: contribuições da Teoria da Atividade. In: SANTOS, B. F. dos; SÁ, L. p. (Org.). **Linguagem e ensino de ciências**: ensaios e investigações. Ijuí, RS: Editora Unijuí, 2014, p. 37-54.

WENZEL, J. S. A apropriação da linguagem científica escolar e as interações discursivas estabelecidas em sala de aula como modo de aprender Ciências. **R. Transmutare**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 18- 33, jan./jun. 2017.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2010.

ZOHAR, A.; NEMET, F. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 39, n. 1, p. 35-62, 2002.

## APÊNDICE A - OBJETIVOS E CONTEÚDOS DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA – SEI

Quadro 21– Objetivos e conteúdos da Sequência de Ensino investigativa – SEI sobre a temática “Energia e seres vivos”

| <b>ENERGIA E SERES VIVOS</b>  |  |
|---|--|
| <b>Objetivos</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar o Sol como fonte básica de energia na Terra e a presença de vegetais no início das cadeias alimentares;</li> <li>• Relacionar produção de alimento (glicose; glicídios) pela fotossíntese com transformação de energia luminosa em energia química a partir da transformação de compostos químicos (água, gás carbônico);</li> <li>• Identificar o alimento como fonte de energia química;</li> <li>• Relacionar fotossíntese e respiração celular como processos para obtenção de energia;</li> <li>• Compreender o fluxo de energia que acontece nas cadeias alimentares;</li> <li>• Compreender a respiração celular como um processo de combustão em que utiliza glicose e oxigênio;</li> <li>• Diferenciar respiração pulmonar e celular;</li> <li>• Identificar reagentes e produtos na fotossíntese e na respiração celular.</li> </ul> |  |
| <b>Conteúdos</b>  |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fluxo de Energia;</li> <li>2. Composto Químico;</li> <li>3. Reação Química;</li> <li>4. Obtenção de energia em seres autótrofos e heterótrofos;</li> <li>5. Energia;</li> <li>6. Energia Luminosa;</li> <li>7. Energia Química;</li> <li>8. Combustão;</li> <li>9. Ar atmosférico;</li> <li>10. Cadeia alimentar;</li> <li>11. Fotossíntese;</li> <li>12. Respiração Celular.</li> </ol>  |  |

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2019

## APÊNDICE B - SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA – SEI SOBRE A TEMÁTICA “ENERGIA E SERES VIVOS”

Atividade I

Conceitos abordados:

Fluxo de energia

Energia

Para funcionar, todo organismo vivo consome energia. Mesmo quando está parado ou dormindo gasta-se energia, pois o organismo não pode parar!

Retirado de: [http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema\\_crv/documentos/md/ef/ciencias/2010-08/md-ef-ci-21.pdf](http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/documentos/md/ef/ciencias/2010-08/md-ef-ci-21.pdf). Acesso em: 07. Abr. 2019

**De onde será que vem a fonte de toda a energia que os seres vivos necessitam?**

---

**O que todo ser vivo precisa fazer para funcionar?**

---



---



---

Nestas atividades tentaremos chegar à fonte de toda energia consumida pelos seres vivos.

**Você sabe qual é?** \_\_\_\_\_

Além de responder a essas perguntas, vamos conversar, nessas aulas, sobre outras questões que intrigam pesquisadores e para as quais, a ciência e os cientistas que estudam “Os seres vivos e o ambiente” têm algumas respostas.

Ah, e outra coisa que estou com muita dúvida... Como essa energia é utilizada? Ela pode ser reaproveitada? Ela acaba?

**Comentário:**

---



---



---



## Atividade II

Conceitos abordados:

Obtenção de energia em seres autótrofos e heterótrofos

Composto químico

Reação química

Combustão

Nesta atividade, veremos alguns conceitos sobre a obtenção de alimento dos seres vivos:



(Adaptado de: <https://bciencia8.wordpress.com/category/eco-slidesfera/>)

Na sua **relação com o ambiente**, em busca de alimentos que fornecem a energia, os seres vivos podem agir de duas formas diferentes: **produzir** o seu próprio alimento ou **obter** o alimento encontrado ao seu redor.

Por essa razão, separamos os seres vivos em dois grupos, a partir da maneira que eles obtêm energia.

Adaptado de: [http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4244793/4104835/CIE7.\\_1.BIM\\_ALUNO\\_2.0.1.3..pdf](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4244793/4104835/CIE7._1.BIM_ALUNO_2.0.1.3..pdf)

Devemos saber que nesses processos de **obtenção de energia**, há presença de **compostos químicos** (materiais) que se transformam em **produtos** capazes de chegar às células de todo tipo de ser vivo.

Esses **compostos químicos** funcionam como os ingredientes para manter os seres vivos em funcionamento.

Assim como um carro que precisa de **combustível**, nós e todos os seres vivos também precisamos de **combustível** para realizar a **combustão**.

Para que uma **combustão** ocorra, é necessário ter a **reação química** entre um **combustível** e um **comburente**.

Como seria um exemplo de combustão?

---



---



---



---

## Atividade III

Conceitos abordados:

Ar atmosférico

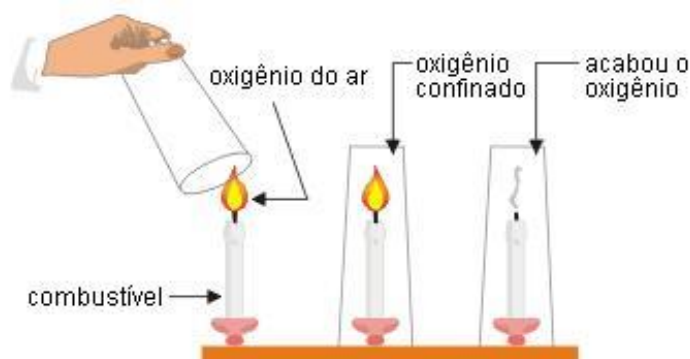
Reação química

Combustão

**O que o ar tem a ver com a obtenção de energia?**

Para entendermos, precisamos voltar ao conceito de **reação química**. Uma reação química é quando acontece transformação do material em um novo produto. Numa reação química se tem os reagentes que são as substâncias e o produto que é o resultado da reação.

Vejamos o experimento demonstrativo a seguir:



Disponível em: [http://www.educabras.com/media/emtudo\\_img/upload/aula/\\_2390\\_24.gif](http://www.educabras.com/media/emtudo_img/upload/aula/_2390_24.gif) Acesso em: 07. Mai. 2019

**Agora, construa um argumento em relação ao fenômeno ocorrido no experimento.**

DADO QUE:

---



---



---

CONCLUI-SE QUE:

---



---



---

POR CONTA DE:

---



---



---

## Atividade IV

Conceitos abordados:

Energia luminosa

Fluxo de energia



Tecnologia

## O que aconteceria se o Sol se apagasse de repente?

Sem o Sol, a Terra não seria mais do que uma bola gelada, sem nuvens e com cada vez menos água líquida.

Por **Da Redação**

🕒 19 dez 2016, 17h48 - Publicado em 30 jun 1999, 22h00



Para começar, isso não pode acontecer assim, de uma hora para outra. Os astrônomos calculam que só daqui a cerca de 7,5 bilhões de anos o Sol começará a morrer. Ele sofrerá uma grande explosão e dará origem uma estrela menor, que continuará a brilhar tenuemente.

Mas, supondo que isso acontecesse, os efeitos da escuridão repentina seriam catastróficos. “A espécie humana estaria condenada, embora pudesse até resistir por alguns anos, dependendo da quantidade de energia que fosse capaz de produzir artificialmente”, estima o biólogo José Mariano Amabis, da Universidade de São Paulo (USP).

Os primeiros a morrer seriam os vegetais, que precisam de luz para fazer fotossíntese. Depois, sem comida, iriam para o beleléu os animais herbívoros. “O cenário seria semelhante ao que causou a extinção dos dinossauros”, avalia o pesquisador. Ele se refere à hipótese de que os répteis morreram depois da queda de um asteroide que levantou uma nuvem de poeira, bloqueando a luz solar por meses.

Outro problema grave seria o resfriamento do planeta. “O vapor da atmosfera viraria gelo, interrompendo o ciclo da água”, afirma o físico José Vanderlei Martins, também da USP. Sem H<sub>2</sub>O líquido, é muito difícil imaginar que alguém conseguisse sobreviver.

### Lar, gelado lar

**Este poderia ser o aspecto da Terra se o Sol apagassem.**

– Sementes muito resistentes até poderiam sobreviver, mas nunca brotariam.

– A água em forma de vapor condensaria, deixando o céu limpo de nuvens. Em pouco tempo, rios e mares congelariam.

– A escuridão tomaria conta. Seria muito mais fácil ver as estrelas, já que nem mesmo a Lua, que é iluminada pelo Sol, daria as caras.

– Combustíveis estocados no subsolo gerariam energia, mas não durariam para sempre. Economizar seria a palavra de ordem.



## Atividade V

Conceitos abordados:

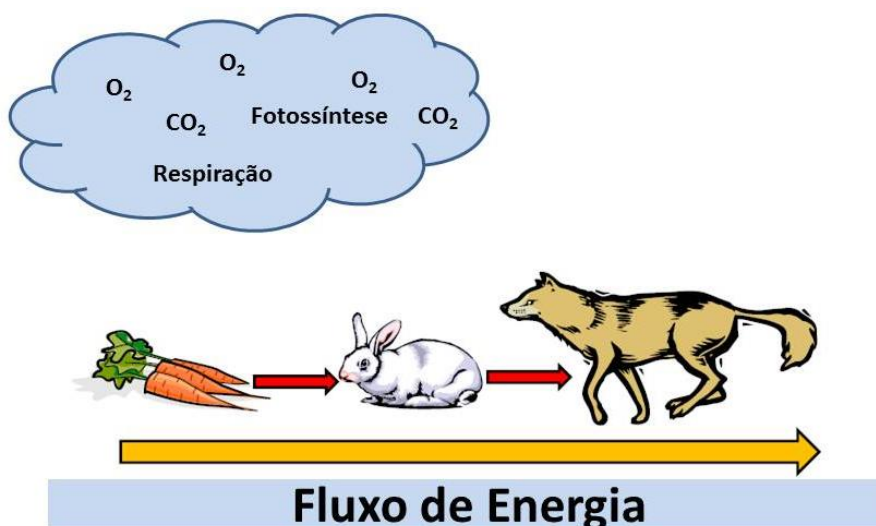
Fotossíntese

Fluxo de energia

Reação química

O sol fornece a energia que é consumida pelos seres vivos. Como sabemos, alguns seres vivos conseguem produzir o próprio alimento a partir da energia do sol. Isso se dá devido ao processo da **fotossíntese** realizado por plantas, algas e algumas bactérias que possuem nas suas células, estruturas capazes de absorver a luz e transformar energia luminosa em energia química.

Os demais seres vivos que não realizam **fotossíntese** obtêm a energia a partir de outros seres vivos e assim nunca acaba o **fluxo de energia**. Essa energia serve para que se complete o processo de **respiração celular**.

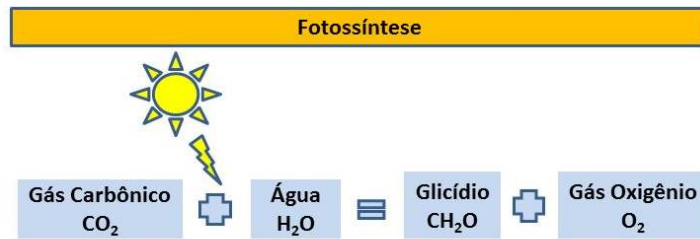


Adaptado de: <https://bciencia8.files.wordpress.com/2011/02/fluxo-unidireccional.png> Acesso em: 20. mai. 2019

Muita gente pensa que a fotossíntese é um processo de produção de oxigênio. O oxigênio é apenas um dos produtos da fotossíntese.

Adaptado de: [http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema\\_crv/documentos/md/ef/ciencias/2010-08/md-ef-ci-21.pdf](http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/documentos/md/ef/ciencias/2010-08/md-ef-ci-21.pdf)

Como ocorre a fotossíntese? Na próxima página, a **fotossíntese** está representada através de uma fórmula química. Essa fórmula mostra a reação que ocorre entre os compostos químicos que são reagentes (gás carbônico, água e luz solar).



**Agora indique:**

Reagentes: \_\_\_\_\_

Produtos: \_\_\_\_\_

Dado que, antes da reação a energia estava armazenada no sol, ao final da reação onde está a energia? Explique.

---



---



---



---

Após a reação, os reagentes se transformam em novos compostos químicos que chamamos de produtos da reação. Qual o destino desses produtos?

---



---



---



---

Atividade VI

Conceitos abordados:

Respiração celular

Fotossíntese

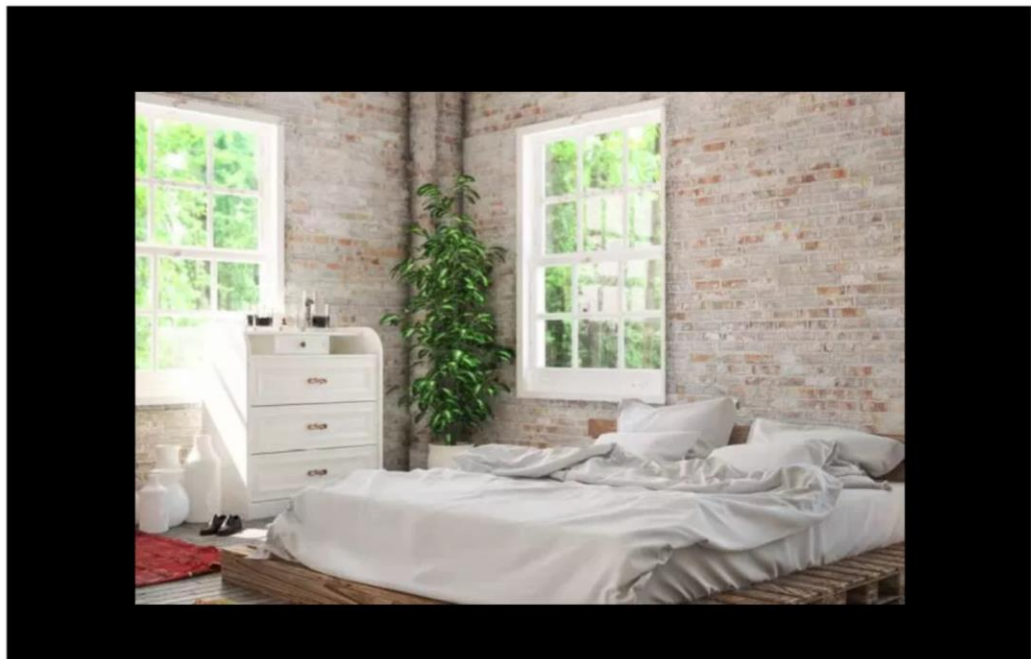
Reação química

## É verdade que faz mal dormir com plantas no quarto?

Planta no quarto não mata ninguém

Por **Da Redação**

© 2 dez 2016, 10h42 - Publicado em 30 set 1998, 22h00



Disponível em: <https://super.abril.com.br/comportamento/planta-no-quarto-nao-mata-ninguem/> Acesso em: 20. mai. 2019

Agora responda: quais argumentos poderiam sustentar essa pergunta?

---



---



---



---



---

**Utilizando o oxigênio na respiração celular...**

Em primeiro lugar, vamos diferenciar respiração pulmonar e **respiração celular**. No dia a dia costumamos chamar de respiração a atividade de inspiração e expiração dos pulmões. Desse modo, nós inspiramos o ar que contém o **gás oxigênio** ( $O_2$ ). Esse oxigênio passará pelos pulmões e é transportado pelo sangue a todas as células do

corpo. Dentro das células ocorrem **reações químicas** com a participação do **oxigênio**. Ao conjunto dessas reações chamamos de **respiração celular**.

Adaptado de: [http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema\\_crv/documentos/md/ef/ciencias/2010-08/md-ef-ci-21.pdf](http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/documentos/md/ef/ciencias/2010-08/md-ef-ci-21.pdf). Acesso em: 20. Mai. 2019.

A maioria dos seres vivos realiza a respiração celular utilizando o oxigênio. Veja a representação que acontece na respiração celular:



**Agora indique:**

Reagentes: \_\_\_\_\_

Produtos: \_\_\_\_\_

Existe uma lei da natureza que diz que a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada.

**Antes da reação a energia estava armazenada onde? Explique.**

---



---



---

**Ao final da reação onde está a energia? O que acontece com os produtos? Explique.**

---



---

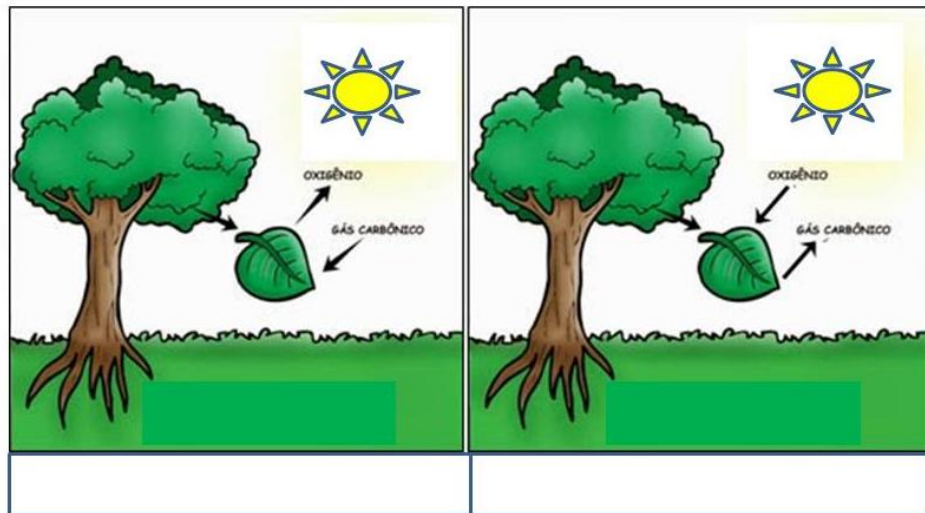


---

Como foi dito, a respiração celular é um processo para obter energia. Todos os seres vivos precisam de energia para viver.

Nos seres produtores, além de ser realizado o processo de **fotossíntese**, também é feito a **respiração celular**.





Disponível em: <http://3.bp.blogspot.com/-ie9wXMzIYI8/VQmyg8dkx1I/AAAAAAAAAEcU/yNK-s9FTbWM/s1600/image012.jpg>. Acesso em 21. Mai. 2019.

Desse modo, o que acontece quando há presença de luz? E na ausência dela?

---



---



---



---

Agora retorne ao início da atividade VI e reformule sua resposta sobre: por que dormir com plantas no quarto pode fazer mal?

---



---



---



---



---

## Atividade VII

Conceitos abordados:

Fotossíntese

Respiração celular

Reação química

## Experimental

### Material: Você vai precisar de:

2 recipientes com água limpa

Planta aquática (Elodea sp.);

2 Funis;

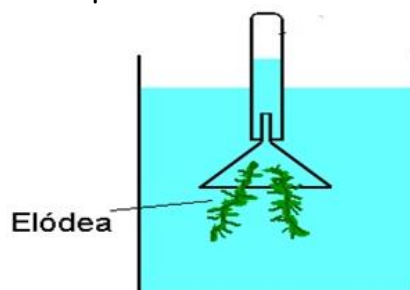
2 tubos de ensaio.

Bicarbonato de Sódio

### Procedimentos: Como fazer?

#### A) Montagem das plantas:

1. Em cada um dos recipientes com água, mergulhe a planta aquática;
2. Coloque o funil sobre a planta;
3. Coloque o tubo de ensaio sobre o funil (veja a figura);
4. Depois de meia hora, observe o que acontece.



Disponível em: <http://www.seara.ufc.br/sugestoes/biologia/fotossintese.gif> Acesso em: 21. Mai. 2019.

### Procedimentos para realização do relatório:

*Pergunta:* O que acontece com a exposição da Elodea sp. a luz solar?

*Metodologia:* descrição detalhada dos materiais e dos procedimentos realizados para coleta e produção dos dados.

*Resultados:* descrição dos resultados encontrados na forma que o grupo achasse mais representativo daquilo que foi observado empiricamente (desenhos, fotos, tabelas, gráficos, símbolo, etc.).

*Interpretação:* explicação, baseada em conhecimento empírico ou teórico, de todos os resultados encontrados.

Retirado de: DEL-CORSO, T.M., Indicadores de alfabetização científica, Argumentos e Explicações – Análise de Relatórios no Contexto de uma Sequência de Ensino Investigativo. 2014, 389p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

## APÊNDICE C - TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGECIMA MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Eu, \_\_\_\_\_, Diretora do Colégio Estadual Nelson Rezende de Albuquerque – Gararu/SE, RG N° \_\_\_\_\_ Matrícula Institucional \_\_\_\_\_, AUTORIZO Rafael Alves Ramos, RG N° 3436135-9, Aluno Regular do curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática/ PPGECIMA, matrícula 201811001322, a realizar a coleta de dados em forma de gravação de vídeo e textos escritos à turma de 6º ano do Ensino Fundamental, para o desenvolvimento do Projeto de Pesquisa **“ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO COMO PROMOTORES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: Análise do desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa – SEI em uma turma de ciências do ensino fundamental”** que tem por objetivo primário desenvolver uma Sequência Didática - SD.

O pesquisador acima qualificado se compromete a:

- 1- Obedecer às disposições éticas de proteger os participantes da pesquisa, garantindo-lhes o máximo de benefícios e o mínimo de riscos.
- 2- Assegurar a privacidade das pessoas citadas nos documentos institucionais e/ou contatadas diretamente, de modo a proteger suas imagens, bem como garantem que não utilizarão as informações coletadas em prejuízo dessas pessoas e/ou da instituição, respeitando deste modo as Diretrizes Éticas da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, nos termos estabelecidos na Resolução CNS N° 466/2012, e obedecendo as disposições legais estabelecidas na Constituição Federal Brasileira, artigo 5º, incisos X e XIV e no Novo Código Civil, artigo 20.

Gararu, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

---

## APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGECIMA MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

O Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe vem ampliando as atividades de pesquisa com o intuito de contribuir com a melhoria das práticas pedagógicas dos professores e, consequentemente, com qualificação da educação no Estado. Neste sentido, gostaríamos de convidar seu filho (a) à participar, como voluntária, de uma pesquisa que será realizada na perspectiva da investigação-ação na disciplina ciências. Este trabalho de pesquisa será realizado pelo Mestrando Rafael Alves Ramos, sob orientação da Professora Dra. Carmen Regina Parisotto Guimarães.

#### ESCLARECIMENTOS SOBRE A PESQUISA

**Título do Projeto:** ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO COMO PROMOTORES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: Análise do desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa – SEI em uma turma de ciências do ensino fundamental

**Pesquisador Responsável:** Rafael Alves Ramos

**Professora Orientadora:** Dra. Carmen Regina Parisotto Guimarães

**Endereços:**

**Universidade Federal de Sergipe Campus São Cristóvão** – Núcleo de pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática, 57500-000, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão. Contato: (82) 996284978, rafaelframos.bio@hotmail.com.

**Comitê de Ética da Universidade Federal de Sergipe Hospital Universitário** – UFS Rua Cláudio Batista, s/n - Cidade Nova, Aracaju/SE, 49060-108, Tel.: (79) 2105-1805.

#### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Prezados Pais, este trabalho de pesquisa pretende desenvolver um sequência de atividades durante o turno de aula, nos horários da disciplina de Ciências a partir da utilização de um caderno de atividades com conteúdos presentes no programa da disciplina. Temos o intuito de favorecer a aprendizagem de seu (a) com atividades voltadas para a prática da investigação.

Seu filho (a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa acima citada.

O trabalho de investigação pelo pesquisador será desenvolvido a partir do recebimento dos textos na forma de relatório ao final de toda a atividade e de gravação audiovisual durante as seis horas/aulas estimadas. Esperamos que esse trabalho colabore na melhoria do ensino e da aprendizagem de ciências. A contribuição do(a) seu/sua filho(a) será de grande importância para a realização desse trabalho de pesquisa, no entanto, a participação é voluntária e você e seu/sua filho(a) terá toda a liberdade de desistir quando assim avaliar necessário. Como também seu/sua filho (a) poderá se recusar a responder a qualquer questionamento que possam causar-lhe algum constrangimento. As informações obtidas, durante os vários procedimentos da pesquisa, serão mantidas em anonimato como prevê a Resolução CNS N° 466 de 2012 em que diz que os procedimentos assegurarão a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização dos participantes da pesquisa, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou de aspectos econômico-financeiros. O nome do(a) seu/sua filho(a) será substituído por código, a exemplo de E1 para Estudante 1 e etc.

---

Rafael Alves Ramos - Coordenação da pesquisa

**APÊNDICE E - TERMO DE CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO COMO COLABORADORA NA PESQUISA**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CAMPUS SÃO CRISTOVÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA -  
PPGECIMA**

Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto pelo pesquisador, eu \_\_\_\_\_, autorizo meu/minha filho(a) participar do estudo: “ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO COMO PROMOTORES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: Análise do desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa – SEI em uma turma de ciências do ensino fundamental.” na condição de colaboradora, participando do processo de investigação e contribuindo no processo de investigação realizado no Colégio Estadual Nelson Rezende de Albuquerque, Gararu/SE. Nesta pesquisa, assinarei este consentimento em duas vias, ficando com a posse de uma delas. Declaro que tive pleno conhecimento das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo que os riscos estão relacionados centralmente no desenvolvimento da discussão coletiva (debate) em que meu/minha filho(a) poderá se submeter à algum tipo de stress ou desgaste mental, por ser uma discussão dialogada. Diante disso, o pesquisador supracitado será responsável juntamente com o professor titular da disciplina pela mediatização da aula nas inscrições e controle de falas. Tomo ciência que a atividade possibilitará também o desenvolvimento da minha capacidade intelectual do meu/minha filho(a). Discuti com o Mestrando Rafael Alves Ramos sobre a decisão de meu/minha filho(a) participar neste estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados tais como o recolhimento dos materiais, a da audiovisual, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que a participação de meu/minha filho(a) é isenta de despesas. Concordo, voluntariamente, em meu/minha filho(a) participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante a sua realização. A retirada do consentimento da participação no estudo não acarretará em penalidades ou prejuízos pessoais.

Nome do responsável da pesquisa: RAFAEL ALVES RAMOS

Gararu, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

Assinatura \_\_\_\_\_

## APÊNDICE F – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



## ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UFS - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE SERGIPE

## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO COMO PROMOTORES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: Análise do desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa ¿ SEI sobre a temática ¿Energia e seres vivos¿ em uma turma de ciências do ensino fundamental

**Pesquisador:** RAFAEL ALVES RAMOS

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 20787519.0.0000.5546

**Instituição Proponente:** FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.751.609

## Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos “Apresentação do Projeto”, “Objetivo da Pesquisa” e “Avaliação dos Riscos e Benefícios” foram retiradas do arquivo PB INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO, postado em 19/11/2019.

## Introdução:

De acordo com Sasseron (2015) a AC, “tem se configurado como objetivo principal do ensino de ciências na perspectiva de contato do estudante com os saberes provenientes de estudos da área e as relações e os condicionantes que afetam a construção de conhecimento científico em uma larga visão histórica e cultural.” Já os referenciais epistemológicos da filosofia construtivista, segundo Matthews (1994), possuem como teses centrais que “O conhecimento é ativamente construído pelo sujeito cognitivo, não

recebido passivamente do entorno.” (p. 149) e também que “Chegar a conhecer é um processo de adaptação que organiza o mundo das experiências do indivíduo; não se descobre o mundo independente, preexistente fora da mente de quem conhece” (p.149).GIL-PÉREZ e colaboradores (1999) sugerem que além de considerar as concepções prévias dos alunos e de possibilitar a interação entre sujeito e objeto, é preciso considerar também as interações sociais que acontecem entre sujeito e sujeito e autonomia do pensamento.Nessa busca de superação de

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº

**Bairro:** Sanatório

**CEP:** 49.060-110

**UF:** SE

**Município:** ARACAJU

**Telefone:** (79)3194-7208

**E-mail:** cephu@ufs.br



um ensino apenas expositivo e pensando em configurações de ensino e de aprendizagem em que provoquem os alunos para a mobilização na resolução de problemas em situações didáticas, o Ensino por Investigação e as abordagens investigativas apresentam-se como estratégias que inserem os alunos nos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (POZO; CRESPO, 2009; CARVALHO, 2013). O Ensino por Investigação, bem como as atividades investigativas, como postula Carvalho (2013), ao permitir a passagem da ação manipulativa para a ação de construção intelectual, algo descrito em teorias psicológicas piagetianas, possibilita ao aluno construir um dado conceito. Diante disso, faz-se necessário que os instrumentos de uma sequência de ensino, sejam eles: jogos, experimentos, textos e outros, permitam o engajamento na resolução de um problema, para que aconteça a tomada de consciência, de acordo com a autora supracitada. Se espera do Ensino por Investigação, além da resolução de problemas de caráter investigativo, do engajamento na coleta, análise e interpretação de dados, também a formulação e comunicação de conclusões baseadas em evidências (MELVILLE et, al., 2008). Contudo, como levar os alunos à formular e comunicar conclusões baseadas em evidências? O que garante a confiabilidade de um determinado dado e sua conclusão? Diante disso, alguns autores (MOTOKANE, 2015; SASSERON, 2015; SCARPA; CAMPOS, 2018) veem a necessidade de aliar o Ensino por Investigação à Argumentação, uma vez que no âmbito das ciências, a Argumentação configura-se como uma forma de comunicar conhecimentos e ideias (SASSERON 2015), algo parecido com as práticas epistêmicas propostas por Kelly (2008), na qual ele afirma que a linguagem científica é por natureza uma linguagem argumentativa e, portanto há de considerar a atividade de argumentação como uma forma de pensar e justificar uma determinada alegação baseada em evidências. Nessa atividade, anomalias e conflitos são resolvidos, há a necessidade de contraargumentos na construção do conhecimento em questão. É uma ação individual e ao mesmo tempo coletiva. As interações discursivas são promotoras do processo argumentativo e colaboram diretamente no desenvolvimento do pensamento intelectual (SASSERON, 2015). O Ensino por Investigação e a Argumentação, portanto, cumprem função dupla nas modalidades de interações para a promoção da Alfabetização Científica em sala de aula, como afirmam as autoras. Dos problemas encontrados para a fomentação da Argumentação em sala de aula, está à criação de instrumentais que norteiem a abordagem de ensino para o desenvolvimento da Argumentação no processo de aprendizagem. Sequências didáticas investigativas possibilitam a problematização, a



conceitualização e a investigação na qual, durante esses processos há formulação e reformulação de ideias e aí entra o papel complementar da Argumentação até se chegar à conclusões. Tais Sequências Didáticas – SD parecem ajudar no desenvolvimento desses processos, na efetivação da aprendizagem e na

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº

**Bairro:** Sanatório

**CEP:** 49.060-110

**UF:** SE

**Município:** ARACAJU

**Telefone:** (79)3194-7208

**E-mail:** cephu@ufs.br



UFS - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE SERGIPE



Continuação do Parecer: 3.751.609

implementação de um ensino em que possibilite o aluno pensar criticamente e ser preparado para tomar e/ou avaliar decisões do “mundo real”. Portanto, a necessidade de progressão de pesquisas sobre a filiação entre Argumentação e Ensino por Investigação e também a necessidade de refletir sobre o desenvolvimento das atuais metodologias de análise propostas justificam pesquisas nesta área. Além disso, poucas são as pesquisas que são desenvolvidas no contexto da sala de aula como atividade escolar e que simulam o contexto real dos processos de ensino e aprendizagem.

Hipótese: A relação entre ensino por investigativo e argumentação no ensino de ciências possibilita a aprendizagem de conteúdo científico e educar para cidadania na medida em que capacita os estudantes a tomar e avaliar decisões com base no conhecimento científico, na natureza da ciência e na relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente CTSA.

Metodologia Proposta: Considera-se, nesta pesquisa, as ferramentas analíticas de indicadores da Alfabetização Científica e de indicadores da Argumentação. Serão recolhidas todas as autorizações necessárias dos responsáveis pelos menores envolvidos, bem como da autorização para realização do estudo na escola locus da pesquisa, mantendo o caráter voluntário do consentimento.

O corpo de dados para análise será constituído por: a) relatórios científicos elaborados pelos alunos; b) transcrição dos discursos orais do desenvolvimento/interação da/na SEI; c) respostas escritas no caderno de atividades dos alunos referentes a SEI (Apêndice B). A construção e entrega dos relatórios científicos consistiram na etapa final da SEI.

A SEI sobre a temática “Seres vivos e Energia”, será desenvolvida em uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental de uma Escola Pública Estadual da cidade de Gararu, situada no Sertão de Sergipe, durante o ano letivo de 2019. 33 A aplicação da SEI aconteceu durante o período de outubro a Novembro, em 10 aulas estimadas. Os momentos serão gravados em vídeo pelo pesquisador. Todas as atividades serão desenvolvidas nas dependências da escola, à saber: na sala de aula e no laboratório de ciências.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário: Avaliar a potencialidade da filiação Ensino por Investigação e Argumentação na promoção da Alfabetização Científica a partir do desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa- SEI, em uma turma de Ciências do ensino Fundamental. Objetivo Secundário: a) Identificar os indicadores de Alfabetização Científica nos textos produzidos e no

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº

**Bairro:** Sanatório

**CEP:** 49.060-110

**UF:** SE

**Município:** ARACAJU

**Telefone:** (79)3194-7208

**E-mail:** cephu@ufs.br



UFS - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE SERGIPE



Continuação do Parecer: 3.751.609

desenvolvimento/interação da SEI; b) Identificar e caracterizar os argumentos presentes nos textos produzidos e no desenvolvimento/interação da SEI; c) Analisar a presença de indicadores de Alfabetização Científica e de Argumentação tanto na produção dos textos quanto no desenvolvimento da SEI proposta.

### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:** Os riscos estão relacionados centralmente no desenvolvimento das discussões em sala (debate) em que os participantes poderão ser submetidos à estresse ou desgaste mental. **Benefícios:** A pesquisa além de fomentar novas práticas pedagógicas para a melhoria da educação básica, e progredir com estudos sobre a linguagem e discurso científico no ensino de ciências, possibilita a aprendizagem dos alunos em relação ao conteúdo curricular por meio de estratégias diferenciadas de ensino.

### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

**Desfecho Primário:** Pesquisas que discutem aspectos relacionados ao ensino por investigação e à argumentação na Educação em Ciências têm se tornado frequentes. Estas sinalizam que os modos de interações são elementos essenciais do processo de ensino e aprendizagem na atualidade e por isso os professores necessitam estar preparados para fomentá-las na sala de aula.

### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Carta Resposta apresentada com atendimento às pendências.

### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não se aplicam.

### **Considerações Finais a critério do CEP:**

De acordo com as Res. 466/2012 e 510/2016 do CNS/CONEP/MS, o pesquisador deverá apresentar os relatórios parciais e final da pesquisa.

### **Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

| Tipo Documento                 | Arquivo                                       | Postagem            | Autor        | Situação |
|--------------------------------|---|---------------------|--------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_1284845.pdf | 19/11/2019 09:54:33 |              | Aceito   |
| Recurso Anexado                | CARTA_RESPOSTA__S_PENDENCIAS                  | 19/11/2019          | RAFAEL ALVES | Aceito   |

|                          |            |          |       |  |
|--------------------------|------------|----------|-------|--|
| pe<br><b>Pesquisador</b> | CEPUFS.doc | 09:54:11 | RAMOS |  |
|--------------------------|------------|----------|-------|--|

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº

**Bairro:** Sanatório

**CEP:** 49.060-110

**UF:** SE

**Município:** ARACAJU

**Telefone:** (79)3194-7208

**E-mail:** cephu@ufs.br



UFS - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE SERGIPE



Continuação do Parecer: 3.751.609

|   |  |                        |                       |        |
|---|--|------------------------|-----------------------|--------|
| Outros  | anuenciadissertacao.docx                   | 11/09/2019<br>23:22:40 | RAFAEL ALVES<br>RAMOS | Aceito |
| TCLE / Termos<br>de<br>Assentimento /<br>Justificativa de<br>Ausência | TERMOCONSENTIMENTODISS<br>ERTAc<br>aO0.pdf | 11/09/2019<br>20:52:56 | RAFAEL ALVES<br>RAMOS | Aceito |
| Folha de Rosto  | 20190829.pdf                               | 29/08/2019<br>07:49:56 | RAFAEL ALVES<br>RAMOS | Aceito |
| Outros  | INSTRUMENTODISSERTACAO.<br>pdf             | 18/08/2019<br>20:17:42 | RAFAEL ALVES<br>RAMOS | Aceito |
| Projeto<br>Detalhado /<br>Brochura<br>Investigador                    | PROJETODISSERTACAO.pdf                     | 18/08/2019<br>20:06:11 | RAFAEL ALVES<br>RAMOS | Aceito |

#### Situação do Parecer:

Aprovado

#### Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ARACAJU, 09 de Dezembro de 2019

---

**Assinado por:**  
**Anita Hermínia Oliveira Souza**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº

**Bairro:** Sanatório

**UF:** SE

**Município:** ARACAJU

**Telefone:** (79)3194-7208

**CEP:** 49.060-110

**E-mail:** cephu@ufs.br

